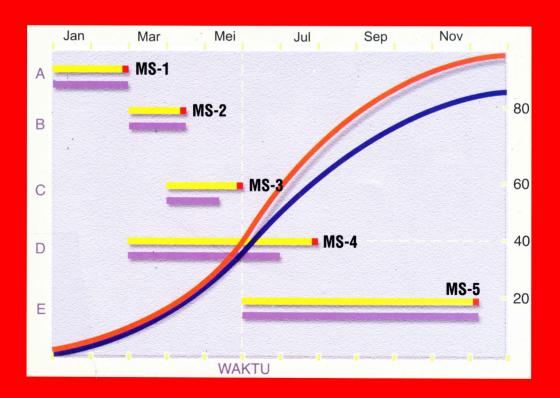
MANAJEMEN PROYEK

(Dari Konseptual Sampai Operasional)

Jilid 1

Konsep, Studi Kelayakan, dan Jaringan Kerja



Iman Soeharto

Edisi Kedua

MANAJEMEN PROYEK

(Dari Konseptual Sampai Operasional)

Jilid 1

Konsep, Studi Kelayakan, dan Jaringan Kerja

Ir. Iman Soeharto

1999

PENERBIT ERLANGGA

Jl. H. Baping Raya No. 100 Ciracas, Jakarta 13740 (Anggota IKAPI)



Kata Pengantar Edisi Kedua

etelah mengalami beberapa kali cetak ulang sejak diterbitkan pada tahun 1995, maka kami sajikan edisi kedua buku *Manajemen Proyek* yang terutama bermaksud menampung dan mengikuti perkembangan ilmu manajemen proyek.

Adapun perkembangan yang relatif baru adalah penyusunan area ilmu manajemen proyek (*Project Body of Knowledge*) yang dilakukan oleh PMI (*Project Management Institute – USA*) yaitu suatu institusi yang secara profesional menekuni masalah yang berkaitan dengan Manajemen Proyek.

Berbeda dengan edisi pertama yang banyak berorientasi kepada tugas dan peranan pemilik dalam mengelola proyek, maka edisi kedua buku ini mengetengahkan pengelolaan oleh semua peserta proyek yang penting-penting (Pemilik, Kontraktor dan Konsultan).

Mengingat luasnya objek yang disajikan, maka edisi kedua diterbitkan dalam dua jilid. Jilid pertama meliputi Konsep Manajemen Proyek, Studi Kelayakan dan Jaringan Kerja, sedangkan jilid kedua mencakup Menyiapkan Perangkat, Peserta, dan Implementasi Proyek.

Penyusunan buku ini ditujukan kepada *mereka yang sedang* dan *akan berkecimpung* dalam kegiatan proyek, juga kepada mahasiswa-mahasiswa dan para peminat lain yang telah mempelajari manajemen umum dan ingin mengenal manajemen proyek.

Akhir kata, harapan kami kiranya buku ini dapat bermanfaat dalam rangka ikut mensukseskan program besar pemerintah untuk mencerdaskan bangsa. Sebagai penutup, kami mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah memberikan bantuan dan dorongan sehingga memungkinkan terlaksananya penulisan buku ini.

Jakarta, April 1999

Iman Soeharto

Daftar Isi

Jilid 1

(Konsep, Studi Kelayakan, dan Jaringan Kerja)

KATA PENGA	ANTAR			V
PENDAHULU	JAN			xiii
BAGIAN I:	KONSE	P DA	N AREA ILMU MANAJEMEN PROYEK	1
	BAB 1	PER	ILAKU DAN DINAMIKA PROYEK	2
		1-1 1-2 1-3 1-4	Perilaku Kegiatan Proyek	2 4 7
		1-5 1-6 1-7	Bersangkutan Ringkasan Kegiatan Pada Masing-masing Tahap Siklus Proyek untuk Pemilik dan Kontraktor Perilaku Selama Siklus Proyek	9 12 15 16
	BAB 2	PRC	OYEK DAN MANAJEMEN FUNGSIONAL	19
		2-1 2-2 2-3	Konsep dan Pemikiran Manajemen	19 23 27
	BAB 3	PRC	FESI DAN AREA ILMU MANAJEMEN PROYEK	35
		3-1 3-2 3-3 3-4 3-5 3-6 3-7	Manajemen Proyek sebagai Profesi Atribut suatu Profesi Konsep Manajemen Proyek oleh PMI Proses Pengelolaan dan Siklus Proyek Struktur PM-BOK dari "International Project Management Association" Potensi Karier Personil Proyek Program Sertifikasi	36 36 37 50 52 53 54
	BAB 4	4-1 4-2 4-3 4-4 4-5 4-6	Arti Konsep Sistem Unsur dan Sifat Sistem Aplikasi Konsep Sistem Kegunaan Konsep Sistem bagi Manajemen Proyek Integrasi dan Koordinasi "Interface Management"	56 56 57 60 66 68 70

BAGIAN II:	KELAYA	KAN	PROYEK DAN KEPUTUSAN INVESTASI	75
	BAB 5	5-1 5-2 5-3 5-4 5-5	DI KELAYAKAN DAN ASPEK PASAR Studi Kelayakan Sistematika dan Format Aspek Pasar Aspek Pasar pada Studi Kelayakan Proyek Analisis Permintaan dan Penawaran	76 78 82 84 86
	BAB 6	6-1 6-2 6-3 6-4 6-5 6-6	Letak Geografis Lokasi Teknologi Proses Produksi Denah Instalasi Kapasitas Produksi Bangunan Instalasi Manajemen dan Organisasi	92 93 99 100 103 103
	BAB 7	7-1 7-2 7-3	Analisis Pendapatan dan Aliran Kas Nilai Waktu dari Uang dan Kriteria Seleksi Risiko Finansial	109 111 129 147
	BAB 8	8-1 8-2 8-3 8-4	Benefit, Disbenefit, dan Biaya	162 164 166
		8-5 8-6	dan Harga Semu	167 170 172
	BAB 9	9-1 9-2 9-3 9-4 9-5 9-6 9-7 9-8	Sumber dan Macam Pendanaan Proyek. Kaitan Keputusan Investasi dan Pendanaan Menghitung Biaya Modal Peranan Penyandang Dana Pendanaan Non-Recourse Contoh Proyek Pola NRPF di Indonesia Mengajukan Pendanaan Contoh Arus Pendanaan NRPF	174 174 177 178 181 183 185 187
	BAB 10	10-1 10-2 10-3 10-4 10-5 10-6 10-7	DAL DAN DAMPAK LINGKUNGAN PROYEK E-MK. Landasan Utama dan Sistematika Dampak Penting dan Daftar Wajib Amdal Lingkup Analisis, Kelompok yang Berkepentingan dan Kerangka Acuan Pendugaan Dampak RKL dan RPL Dampak Lingkungan Proyek E-MK Proses Produksi dan Limbah Industri Baku Mutu	191 192 195 195 197 198 200 202 210

Tefrar Isi

BAGIAN III:	PERENCA	ANA	AN, PERANGKAT, DAN PESERTA	215
		11.1 11-2 11-3 11-4 11-5 11-6 11-7 11-8	Fungsi, Proses, dan Sistematika Perencanaan Hierarki Perencanaan Perencanaan Strategis Proyek Perencanaan Operasional Unsur-unsur Perencanaan Operasional Proyek Teknik dan Metode Perencanaan Fungsi dan Proses Pengendalian Unsur dan Objek Pengendalian Pengendalian Proyek yang Efektif dan Tidak Efektif	216 218 219 222 223 226 228 230 232
		12-1 12-2 12-3	Bagan Balok	235 235 238 241 247
	BAB 13	MET DAN 13-1 13-2	Kurun Waktu Kegiatan ODE, TEKNIK PERENCANAAN WAKTU MENYUSUN JADWAL Metode Jalur Kritis (CPM) Teknik Evaluasi dan Review Proyek (PERT) Metode Diagram Preseden (PDM)	254 254 267 279
		14-1 14-2 14-3 14-4	Jadwal yang Ekonomis Terminologi dan Rumus Perhitungan Biaya-biaya Langsung dan Tidak Langsung Keterbatasan Sumber Daya Meratakan Penggunaan Sumber Daya	293 293 294 297 300 301
	Apendiks	s I	Distribusi Normal Kumulatif Z	306
			Faktor "Compound Interest"	308
	Apendiks III		Keputusan No. 122/KET/7/1994	322
	Apendiks		Keputusan No. 11/MENLH/3/1994	336
	Apendiks		Keputusan No. 12/MENLH/3/1994	343
			Kode Etik Profesi Manajemen Proyek	348
			a	350
	Indeks			353

Pendahuluan

ada era globalisasi, di mana batas antarnegara makin terbuka, produk dan jasa dari satu tempat mudah mencapai tempat lain, maka hanya mereka yang bekerja dengan prinsip "doing the right things (efficient)" dan "doing things right (effective)" yang akan memenangkan persaingan dan merebut pasaran, yang pada giliran selanjutnya menikmati hasil usahanya lebih dulu dan lebih baik. Dua serangkai ungkapan asing di atas bukanlah merupakan hal yang baru bagi pedoman melakukan suatu kegiatan. Apa yang mungkin masih perlu dijabarkan dan dirumuskan adalah bagaimana melaksanaka nya agar tercapai maksud dari ungkapan di atas.

Di negara yang sedang berkembang, dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyatnya, tuntutan akan terselenggaranya kegiatan yang dilandasi prinsip-prinsip tersebut makin terasa, mengingat banyaknya kemajuan yang harus dikejar, sedangka sumber daya yang tersedia baik berupa sumber daya manusia terampil maupun dana amat terbatas. Keti ggalan ini diusahakan dikejar dengan pembangunan di segala bidang. Dalam konteks buku ini, pembangunan tersebut berupa pembangunan fisik proyek seperti perbaikan perkampungan, prasarana, mendirikan industri berat dan ringan, jaringan telekomunikasi, dan lain-lain. Menghadapi keadaan demikian, langkah yang umumnya ditempuh di samping mempertajam prioritas adalah mengusahakan peningkatan efisiensi dan efektivitas pengelolaan agar dicapai hasil guna yang maksimal dari sumber daya yang tersedia.

Pengelolaan yang dikenal sebagai "MANAJEMEN PROYEK" adalah salah satu cara yang ditawarkan untuk maksud tersebut, yaitu suatu metode pengelolaan yang dikembangkan secara ilmiah dan intensif sejak pertengahan abad ke-20 untuk menghadapi kegiatan khusus yang berbentuk proyek. Melalui buku ini penulis dengan—segala keterbatasa nya—bermaksud ikut serta menyebarluaskan pengertian dan kegunaan manajemen proyek khususnya proyek yang komponen kegiatan utamanya terdiri dari engineering, konstruksi, dan dalam lingkup terbatas juga manufaktur.

Dengan harapan agar para pembaca mudah menangkap, memahami dan kemudian mengaplikasikan prinsip-prinsip manajemen proyek secara menyeluruh dan benar, maka sistematika penulisan buku ini disusun sebagai berikut:

- 1. Identifikasi objek yang akan dikelola, yaitu kegiatan provek
- 2. Membahas konsep pengelolaan yang akan dipakai, yang dikenal sebagai konsep manajemen provek.
- 3. Menyajikan atribut dasar konsep manajemen proyek berupa area ilmu manajemen proyek atau *Project Management Body of Knowledge* (PM-BOK).
- 4. Menjabarkan konsep di atas menjadi berbagai metode, teknik, dan prosedur
- 5. Aplikasi konsep manajemen proyek di atas pada praktek penvelenggaraan (operasional) sepanjang siklus proyek, meliputi:
 - a. Mengkaji kelayakan sebelum memutuskan untuk mewujudkan suatu gagasan menjadi bentuk fisik. Aktivitas ini berlangsung pada Tahap Konseptual.
 - b. Perencanaan dan pengembangan, termasuk menyiapkan perangkat dan peserta. Kegiatan tersebut dilakukan pada tahap PP/Definisi.
 - c. Implementasi kegiatan proyek di kantor pusat lapangan. Kegiatan ini dilakukan pada Tahap Implementasi.
 - d. Penyelesaian akhir dan penutupan proyek yang berlangsung pada Tahap Terminasi.

Uraian lebih rinci akan dibahas berikut ini.

1. Idenfitikasi Objek yang Akan Dikelola

Di bagian ini dilakukan identifikasi profil objek yaitu suatu kegiatan yang berbentuk proyek, dan perbandingannya dengan kegiatan operasional rutin. Perbedaan kedua jenis kegiatan tersebut di antaranya adalah kegiatan proyek bersifat nonrutin, terdiri dari aneka ragam kegiatan yang saling terkait dan mengikuti pola siklus kelangsungan hidup (life cycle) tertentu yang memiliki batas jelas kapan proyek dimulai dan berhenti. Pada siklus proyek diadakan penahapan dengan komponen kegiatan-kegiatan yang memiliki jenis dan intensitas yang berbeda-beda. Di bagian ini disinggung pula pembagian jenis proyek dan kriteria yang dipakai untuk menggolongkan ukuran proyek menjadi berukuran kecil, sedang, dan besar, serta dianalisis berbagai karakteristik yang khusus melekat pada kegiatan proyek. Identifikasi ini semua bermaksud memberi keterangan dan gambaran mengenai kegiatan apa, dengan sifat-sifat dan perilaku yang bagaimana, yang hendak dikelola. Pengenalan profil kegiatan proyek dibahas dalam Bab 1.

2. Konsep Pengelolaan yang Akan Dipakai

Setelah memahami sifat dan perilaku kegiatan proyek, maka penyajian dilanjutkan dengan membahas konsep pengelolaan yang dianggap sesuai dengan tuntutan dan sifat serta perilaku kegiatan yang dimaksud yang kemudian disebut manajemen proyek. Dalam hal ini penulis mengetengahkan 3 buah pemikiran di antara sejumlah pengamat dan pemikir masalah-masalah yang erat dengan perkembangan dan pertumbuhan konsep manajemen proyek. Pertama, pemikiran yang mencoba merumuskan definisi konsep manajemen proyek dengan menghubungkannya dengan manajemen umum (general management)/klasik/fungsional. Pemikiran kedua yang menghubungkan konsep manajemen proyek dengan konsep sistem dan pendekatan kontinjensi. Adapun yang ketiga adalah perumusan konsep yang dibuat oleh "Project Management Institute" USA dalam rangka menyusun PM-BOK serta usaha ke arah standardisasi dan sertifikasi profesi manajemen proyek.

Menurut pendapat pertama, fungsi manajemen klasik yang terdiri dari merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan tetap berlaku untuk manajemen proyek, dengan catatan perlu mengadakan "restrukturisasi" di sana-sini serta menggunakan metode dan teknik baru agar mampu menghadapi sifat-sifat dan perilaku yang khusus terdapat pada kegiatan proyek. Misalnya, agar dicapai penggunaan sumber daya yang efisien diperkenalkan arus kerja dan komunikasi horisontal sebagai tambahan arus kerja vertikal yang selama ini telah dikenal dalam manajemen klasik/fungsional. Lebih jauh, dipandang dari sudut organisasi, pengelolaan proyek akan efektif bila terdapat tanggung jawab tunggal dengan tugas terpenting adalah bertindak sebagai integrator dan koordinator dari sejumlah organisasi atau bagian organisasi peserta dan pendukung proyek. Seperti halnya manajemen klasik, dalam manajemen proyek fungsi perencanaan dan pengendalian memegang peranan yang amat menentukan. Lebih dari itu, pada kegiatan proyek, mengingat sifatnya yang cepat berubah, kompleks, dan memiliki hubungan keterkaitan yang tinggi, maka perlu adanya keterpaduan antara perencanaan dan pengendalian.

Dari sudut pandang konsep sistem, maka pengelolaan suatu kegiatan harus berorientasi ke totalitas. Dengan kata lain, penekanannya terletak kepada keberhasilan tujuan sistem secara keseluruhan, dan bukan hanya kepada komponen-komponennya.

Dalam pada itu, Project Management Institute (PMI) di USA, salah satu institusi terkemuka yang bergerak dalam pengembangan ilmu atau profesi manajemen proyek, merumuskan suatu pengertian konsep manajemen proyek. Berbeda dengan yang pertama, formulasi yang disusun oleh PMI tidak langsung mengaitkannya dengan manajemen klasik meskipun diakui banyak praktek-praktek yang tumpang tindih dengannya. Lebih jauh PMI merumuskan dan menjabarkan konsep tersebut dalam suatu "Project Management Body of Knowledge". Topik yang berkaitan dengan konsep pengelolaan disajikan pada Bab 2, 3, dan 4.

Area Ilmu Manajemen Proyek (PM-BOK)

Agar ilmu atau profesi manajemen proyek secara sistematis dapat dipelajari, dikodefikasi dan disertifikasi sebagai mana layaknya profesi lain seperti Kedokteran, Akuntansi, Hukum, dan lain-lain, maka oleh berbagai institusi seperti PMI-USA, APM (The Association of Project Management)— Inggris dan INTERNET (The International Association of Project Management)— Eropa, telah dirintis penyusunan atribut dasar berupa PM-BOK yaitu area ilmu manajemen proyek. Dalam PM-BOK, PMI mengelompokkan area ilmu manajemen proyek menjadi 9 butir, yaitu pengelolaan integrasi, lingkup, waktu, biaya, mutu, sumber daya manusia, komunikasi, risiko dan pengadaan. PM-BOK dari PMI dan INTERNET dibahas dalam Bab 4.

4. Metode, Teknik, dan Prosedur

Sering dikatakan bahwa menyusun konsep dan filosofi merupakan pekerjaan tersendiri, sedangkan merumuskan konsep dan filosofi tersebut menjadi metode, teknik, dan prosedur adalah pekerjaan yang lain. Kata-kata tersebut untuk menggambarkan bahwa menyusun suatu konsep dan filosofi yang kelihatannya sudah cukup jelas arti dan tujuannya ternyata amat sulit untuk menjabarkannya menjadi metode, teknik, dan prosedur yang pada proses berikutnya dimaksudkan dapat merupakan petunjuk pelaksanaan di lapangan. Banyak contoh menunjukkan suatu konsep telah diterima dan dianggap benar oleh banyak pihak tetapi hasil pelaksanaannya jauh menyimpang dari harapan.

Metode dan teknik yang akan disajikan dan dibahas dalam buku ini dipilih yang kegunaannya dianggap bersifat mendasar dan unik untuk proses mengelola proyek, seperti "WORK BREAKDOWN STRUCTURE" untuk mengelola lingkup, "ANALISIS JARINGAN KERJA" (CPM, PERT, dan PDM) untuk perencanaan proyek, IDENTIFIKASI VARIANS, KONSEP NILAI HASIL, CS/CSC untuk pengendalian biaya dan jadwal, dan lain-lain. Sedangkan untuk metode dan teknik yang penting untuk proyek-proyek tertentu tetapi kegunaannya tumpang tindih dengan disiplin ilmu atau profesi lain, seperti disiplin ilmu ekonomi dan produksi [analisis sensitivitas, program linear, "programming" lainnya, teori optimasi, konsep statistik, "proses control chart", pareto diagram, dan lain-lain], tidak dibahas secara rinci dalam buku ini, tetapi diberikan indikasi di mana dan dalam aspek apa (dari proyek) yang perlu menggunakannya. Oleh karena itu, bagi pembaca yang berkepentingan dengan metode tersebut dipersilakan mendalaminya dari berbagai buku atau kepustakaan yang dewasa ini telah tersebar secara luas.

Pengendalian

Pada aspek pengendalian, dalam buku ini ditekankan pentingnya penggunaan metode dan teknik yang dapat memantau atau mengukur kinerja (performance) suatu pekerjaan. Ini berarti harus ada keterkaitan yang menyatu dalam menganalisis kemajuan pekerjaan dengan jumlah biaya yang telah terpakai untuknya. Dengan mengetahui kinerja suatu pekerjaan pada setiap saat pelaporan, akan dapat dibuat prakiraan atau proyeksi keperluan dana sampai akhir penyelesaian proyek. Demikian pula dengan kemungkinan terjadinya keterlambatan, bilamana faktor yang mempengaruhi atau menyebabkan kecenderungan di atas tidak berubah. Hal ini berarti pengelola proyek jauh-jauh hari sebelumnya telah memperoleh tanda peringatan perlu tidaknya diadakan perbaikan penyelenggaraan untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan.

Organisasi dan Penyusunan Tim Proyek

Untuk menyusun organisasi dan membentuk tim proyek dikenal berbagai pilihan struktur organisasi yang dapat dipakai untuk proyek yang sedang dihadapi, yaitu dengan mengacu pada organisasi proyek fungsional (OPF), organisasi proyek matriks (OPM), dan organisasi proyek mandiri atau "task force" (OPMi). Sedangkan dalam kepemimpinan proyek ditekankan perlunya penggunaan "expert power" dan "referent power" di samping otoritas resmi yang harus dimiliki oleh seorang pimpinan proyek.

Kebijakan dan Tata Laksana

Tidaklah berlebihan bila dikatakan bahwa kebijakan (policy) dan tata laksana (prosedur) memegang peranan yang penting dalam penyelenggaraan suatu kegiatan, yaitu merupakan sarana komunikasi untuk mengatur, mengkoordinir, dan menyatukan arah gerak organisasi. Keperluan akan adanya sarana tersebut amat terasa bagi proyek yang seperti diketahui seringkali memiliki personil dan/atau peserta yang baru pertama kali bekerja sama.

Metode, teknik, dan prosedur bermacam-macam kegiatan proyek dapat dijumpai di berbagai bagian buku ini, sedangkan contoh menyusun kebijakan dan tata laksana disajikan dalam Bab 38 (Jilid 2).

5. Aplikasi Konsep Manajemen Proyek pada Praktek Penyelenggaraan (•perasional) Proyek

Penulis beranggapan bahwa uraian perihal aplikasi konsep manajemen proyek pada praktek operasional untuk proyek tertentu akan banyak membantu secara langsung maupun tidak langsung menangkap dan memahami konsep, metode maupun tata laksana yang terkandung dalam manajemen proyek, karena pada uraian tersebut akan dijumpai contoh nyata aplikasinya dalam praktek penyelenggaraan proyek. Untuk maksud tersebut, penulis memilih proyek engineering-manufaktur-konstruksi, karena jenis proyek ini adalah model proyek yang melibatkan kegiatan-kegiatan desain-engineering, pengadaan, subkontrak, manufaktur, perakitan (assembly), konstruksi, dan uji coba sistem instalasi atau produk baru yang kompleks. Termasuk golongan ini adalah proyek-proyek pembangunan jaringan telekomunikasi, proyek pembangunan prasarana umum (jembatan, jalan, pelabuhan, dan gedung) dan proyek pembangunan instalasi industri seperti pengilangan minyak (oil refinery), petrokimia, LNG, pupuk, semen, kertas, baja, pembangkit tenaga listrik bahan bakar fosil maupun nuklir, dan lain-lain. Pemilihan ini juga didasarkan pada hal-hal sebagai berikut:

- Jenis proyek di atas sedang giat-giatnya dikerjakan di negara sedang berkembang, termasuk Indonesia. Dengan demikian, erat keterkaitannya dengan pembangunan di Indonesia.
- Mengelola jenis proyek yang berukuran besar dan kompleks akan cukup rumit, kaya persoalan dan permasalahan. Dengan demikian, dalam proses pembahasan akan dapat disajikan keterangan, gambaran, dan contoh yang luas dan beraneka ragam, khususnya dalam aspek manajemen proyek.

Bertitik-tolak dari pemahaman pengelolaan proyek E-MK di atas, maka bila diperlukan akan mudah mempelajari jenis proyek lain yang umumnya relatif sederhana dan kurang kompleks. Dalam penyelenggaraan proyek-proyek E-MK akan selalu dijumpai kegiatan-kegiatan utama seperti pengkajian kelayakan, perencanaan sumber daya, pengadaan perangkat dan peserta, serta implementasi fisik dan penutupan proyek.

Peranan Pemilik Proyek

Sepanjang siklus proyek, peranan pemilik berubah-ubah. Misalnya suatu ketika dalam tahap persiapan proyek, pemilik harus langsung memegang "komando" dalam hal-hal yang bersifat strategis seperti memberi keputusan kelangsungan proyek (go or not to go), merumuskan strategi penyelenggaraan, memilih filosofi desain, dan lain-lain. Sedangkan pada tahap implementasi (untuk kontrak lump-sum) dianggap bijaksana bila dapat menempatkan diri sebagai mitra kerja yang waspada, yaitu, misalnya terhadap konsultan dan/atau kontraktor (utama). Pembahasan peranan pemilik disinggung sambil lalu di berbagai bab, namun karena pentingnya, menurut hemat penulis, akan lebih mudah diikuti secara berkesinambungan bila disajikan dalam satu bab tersendiri, yaitu Bab 16.

Dengan penyajian yang bersifat menyeluruh dan sistematika yang tertera dalam buku ini, penulis berharap agar arti dan maksud konsep manajemen proyek dapat mudah ditangkap dan dipahami.

BAGIAN I

KONSEP DAN AREA ILMU MANAJEMEN PROYEK

onsep manajemen proyek merupakan buah pemikiran tentang manajemen yang ditujukan untuk mengelola kegiatan yang berbentuk proyek. Perumusannya disusun sedemikian rupa sehingga dapat menghadapi dan mengakomodir perilaku dan dinamika yang melekat pada kegiatan proyek. Untuk memudahkan penelaahan dan pemahaman dasar-dasar pemikiran tersebut, dua bab permulaan di Bagian I mencoba membahas dan membandingkannya (termasuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, keterkaitan serta pengaruh) dengan beberapa pemikiran manajemen yang telah ada seperti manajemen klasik, pemikiran sistem, dan pendekatan contingency. Salah satu institusi yang menekuni berbagai aspek manajemen proyek adalah PMI (Project Management Institute) di USA yang mencoba mendefinisikan secara rinci disiplin ilmu tersebut dan menuangkannya sebagai "PM-BOK" atau "Project Management Body of Knowledge." Topik ini disajikan pada Bab 3.

Perilaku dan Dinamika Proyek

ejak dahulu telah dikenal adanya proyek. Wujud dan skalanya dapat beraneka ragam, mulai dari rumah hunian sederhana sampai dengan candi-candi raksasa. Semakin maju peradaban manusia semakin besar dan kompleks proyek yang dikerjakan dengan melibatkan penggunaan bahan-bahan, tenaga kerja, dan teknologi yang makin terampil dan canggih. Akan tetapi, mengapa kegiatan tersebut disebut proyek? Bagaimana halnya dengan kegiatan petani di ladang atau nelayan di laut yang terus-menerus dikerjakan untuk memenuhi kebutuhan hidupnya?

Jawaban atas pertanyaan tersebut akan menjadi topik pembahasan bagian awal buku ini, yakni batasan dan penjelasan kegiatan yang berbentuk proyek. Pembahasan dimulai dengan merumuskan definisi dan membedakannya dengan kegiatan operasional rutin, menyinggung kriteria ukuran besar kecil dan kompleksitas suatu proyek. Pembahasan kemudian dilanjutkan dengan menganalisis dinamika yang melekat pada kegiatan tersebut. Bagian akhir mengetengahkan berbagai tahap serta perilaku yang spesifik selama proyek berlangsung.

1-1

Perilaku Kegiatan Proyek

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai satu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas. Lingkup (scope) tugas tersebut dapat berupa pembangunan pabrik, pembuatan produk baru atau pelaksanaan penelitian dan pengembangan. Dari pengertian di atas maka ciri pokok proyek adalah sebagai berikut:

- Bertujuan menghasilkan lingkup (deliverable) tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir
- Dalam proses mewujudkan lingkup di atas, ditentukan jumlah biaya, jadwal, serta kriteria mutu.
- Bersifat sementara, dalam arti umurnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
- Nonrutin, tidak berulang-ulang. Macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

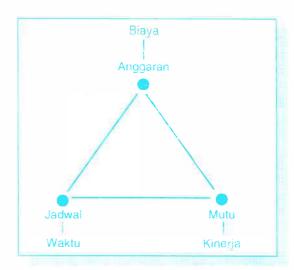
Di samping proyek, dikenal pula program yang mempunyai sifat sama dengan proyek. Perbedaannya terletak pada kurun waktu pelaksanaan dan besarnya sumber daya yang diperlukan. Program memiliki skala lebih besar daripada proyek. Umumnya, program dapat dipecah menjadi lebih dari satu proyek. Dengan kata lain, suatu program merupakan kumpulan dari bermacam-macam proyek.

A. Sasaran Proyek dan Tiga Kendala (*Triple Constraint*)

Selain berbentuk bangunan di atas telah disebutkan bahwa tiap proyek memiliki tujuan khusus, misalnya membangun rumah tinggal, jembatan, atau instalasi pabrik. Dapat pula berupa produk hasil kerja penelitian dan pengembangan. Di dalam proses mencapai tujuan tersebut, ada batasan yang harus dipenuhi yaitu besar biaya (anggaran) yang dialokasikan, jadwal, serta mutu yang harus dipenuhi. Ketiga hal tersebut merupakan parameter penting bagi penyelenggara proyek

yang sering diasosiasikan sebagai sasaran proyek. Ketiga batasan di atas disebut tiga kendala (triple constraint). Perhatikan Gambar 1–1.

- Anggaran Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran. Untuk proyek-proyek yang melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal pengerjaan bertahun-tahun, anggarannya tidak hanya ditentukan secara total proyek, tetapi dipecah atas komponen-komponennya atau per periode tertentu (misalnya, per kuartal) yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan. Dengan demikian, penyelesaian bagian-bagian proyek pun harus memenuhi sasaran anggaran per periode.
- Jadwal Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang ditentukan.
- Mutu Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan. Sebagai contoh, bila hasil kegiatan proyek tersebut berupa instalasi pabrik, maka kriteria yang harus dipenuhi adalah pabrik harus mampu beroperasi secara memuaskan dalam kurun waktu yang telah ditentukan. Jadi, memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang



Gambar 1-1 Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala (*triple constraint*).

dimaksudkan atau sering disebut sebagai fit for the intended use.

Ketiga batasan tersebut bersifat tarik-menarik. Artinya, jika ingin meningkatkan kinerja produk yang telah disepakati dalam kontrak, maka umumnya harus diikuti dengan meningkatkan mutu. Hal ini selanjutnya berakibat pada naiknya biaya sehingga melebihi anggaran. Sebaliknya, bila ingin menekan biaya, maka biasanya harus berkompromi dengan mutu atau jadwal.

Dari segi teknis, ukuran keberhasilan proyek dikaitkan dengan sejauh mana ketiga

Tabel 1-1 Perbandingan kegiatan proyek versus operasional.

Kegiatan Proyek

- a. Bercorak dinamis, nonrutin.
- b. Siklus proyek relatif pendek.
- Intensitas kegiatan di dalam periode siklus proyek berubah-ubah (naik-turun).
- Kegiatan harus diselesaikan berdasarkan anggaran dan jadwal yang telah ditentukan.
- e. Terdiri dari bermacam-macam kegiatan yang memerlukan berbagai disiplin ilmu.
- f. Keperluan sumber daya berubah, baik macam maupun volumenya.

Kegiatan Operasional

- a. Berulang-ulang, rutin.
- b. Berlangsung dalam jangka panjang.
- c. Intensitas kegiatan relatif sama.
- d. Batasan anggaran dan jadwal tidak setajam proyek.
- e. Macam kegiatan tidak terlalu banyak.
- f. Macam dan volume keperluan sumber daya relatif konstan.

sasaran tersebut dapat dipenuhi. Pada perkembangan selanjutnya ditambahkan parameter lingkup sehingga parameter di atas menjadi lingkup, biaya, jadwal dan mutu.

B. Kegiatan Proyek versus Kegiatan Operasional

Banyak sekali perbedaan antara kegiatan proyek dengan kegiatan operasional. Perbedaan yang bersifat mendasar adalah kegiatan operasi didasarkan pada konsep mendayagunakan sistem yang telah ada, apakah berbentuk

pabrik, gedung atau fasilitas yang lain, secara terus-menerus dan berulang-ulang, sedangkan kegiatan proyek bermaksud mewujudkan atau membangun sistem yang belum ada. Dengan demikian, urutannya adalah sistem (fasilitas atau produk) dibangun atau diwujudkan dulu oleh proyek, baru kemudian dioperasikan. Untuk memberikan gambaran lebih jauh, pada Tabel 1-1 diperlihatkan perbandingan antara kegiatan proyek dengan kegiatan operasional.

Contoh kegiatan operasional adalah kegiatan memproduksi semen di pabrik semen atau merakit mobil di bengkel.

1-2 Ukuran, Kompleksitas, dan Macam Proyek

Sampai pada saat ini belum ada kriteria yang telah dibakukan untuk dapat mengatakan besar kecilnya suatu proyek secara kuantitatif. Salah satu sebab adalah banyaknya ragam proyek sehingga besarnya ukuran proyek yang satu (misalnya, rumah tinggal), belum tentu sama dengan ukuran proyek yang lain (misalnya, bendungan serbaguna). Dalam rangka meletakkan bahasa yang sama, G. J. Ritz (1990) menyusun kriteria ukuran proyek E-MK (proyek Engineering-Manufaktur-

Konstruksi) seperti diperlihatkan pada Tabel 1-2.

A. Kompleksitas Proyek

Kompleksitas proyek tergantung dari halhal sebagai berikut:

- Jumlah macam kegiatan di dalam proyek.
- Macam dan jumlah hubungan antarkelompok (organisasi) di dalam proyek.

Tabel 1-2 K	Kriteria ukura	n proyek	dari G.J.	Ritz.
-------------	----------------	----------	-----------	-------

Ükuran	Jam – C)ran g	Sistem Pengendalian		
(S juta)	Kantor Pusat (ribu)	Lapangan (ribu)	Biaya	Jadwal	
<i>Kecil</i> 1 – 10	4 – 40	24 – 240	PC	Bagan balok	
<i>Medium</i> 11 – 75	40 – 200	240 – 1.200	PC	СРМ	
Bosar 80 – 200	200 - 500	1.200 - 3.000	Main frame	CPM computerized	
Super 250 – 600	500 - 900	3.000 - 6.000	Main frame	CPM Main frame	
Mega 1.000 – 3.000	1.600 - 4.000	10.000 - 24.000	Main frame	CPM untuk tiap subkontrak jadwal induk	

 Macam dan jumlah hubungan antarkegiatan (organisasi) di dalam proyek dengan pihak luar.

Kompleksitas tidak tergantung dari besar kecilnya ukuran suatu proyek. Proyek kecil dapat saja bersifat lebih kompleks daripada proyek besar.

B. Macam Proyek

Dilihat dari komponen kegiatan utamanya macam proyek dapat dikelompokkan sebagai berikut:

Proyek Engineering-Konstruksi Komponen kegiatan utama jenis proyek ini terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi. Contoh proyek macam ini adalah pembangunan gedung, jembatan, pelabuhan, jalan raya, fasilitas industri.

· Proyek Engineering-Manufaktur

Proyek ini dimaksudkan untuk menghasilkan produk baru. Jadi, produk tersebut adalah hasil usaha kegiatan proyek. Dengan kata lain, proyek manufaktur merupakan proses untuk menghasilkan produk baru. Kegiatan utamanya meliputi desain-engineering, pengembangan produk (product development), pengadaan, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan. Contoh untuk ini adalah pembuatan ketel uap, generator listrik, mesin pabrik, kendaraan. Bila kegiatan manufaktur dilakukan berulangulang, rutin, dan menghasilkan produk yang sama dengan terdahulu, maka kegiatan ini tidak lagi diklasifikasikan sebagai proyek.

• Proyek Penelitian dan Pengembangan

Proyek penelitian dan pengembangan (research and development) bertujuan melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan suatu produk tertentu. Dalam mengejar hasil akhir, proyek ini seringkali menempuh proses yang berubah-ubah, demikian pula dengan lingkup kerjanya. Agar tidak melebihi anggaran atau jadwal secara substansial maka perlu diberikan batasan yang ketat perihal masalah tersebut.

- Proyck Pelayanan Manajemen Banyak perusahaan memerlukan proyek semacam ini. Di antaranya:
- Merancang sistem informasi manajemen, meliputi perangkat lunak ataupun perangkat keras.
- Merancang program efisiensi dan penghematan.
- Melakukan diversifikasi, penggabungan dan pengambilalihan.

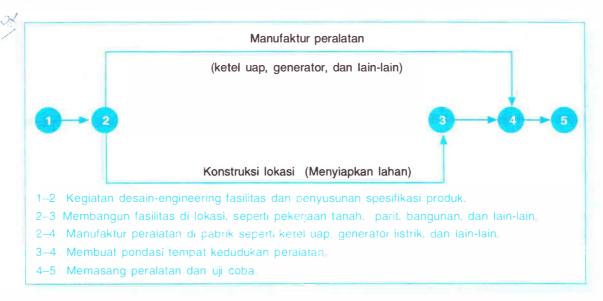
Proyek tersebut tidak membuahkan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir.

- Proyek Kapital Berbagai badan usaha atau pemerintah memiliki kriteria tertentu untuk proyek kapital. Hal ini berkaitan dengan penggunaan dana kapital (istilah akuntansi) untuk investasi. Proyek kapital umumnya meliputi pembebasan tanah, penyiapan lahan, pembelian material dan peralatan (mesinmesin), manufaktur (pabrikasi) dan konstruksi pembangun fasilitas produksi.
- Proyek Radio-Telekomunikasi Proyek di atas dimaksudkan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya yang relatif tidak terlalu mahal. Komponen utama kegiatannya adalah:
- Site survey, untuk menentukan titik-titik yang akan dihubungkan dengan lokasi "repeater".
- Penentuan "frequency band".
- Desain engineering sistem.
- Manufaktur/pabrikasi peralatan telekomunikasi.
- Transpor ke site.
- Instalasi repeater dan peralatan.

Berbeda dengan proyek-proyek yang mendirikan instalasi industri yang terkonsentrasi di satu atau banyak lokasi, proyek radio telekomunikasi umumnya terdiri dari banyak lokasi dan terpencar di seantero wilayah yang berjauhan. Oleh karena itu, aspek logistik dan koordinasi seringkali harus mendapatkan perhatian utama.

• Proyek Konservasi Bio-Diversity

Proyek ini berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan. Salah satu pendekatan yang



Gambar 1-2 Proyek Pembangunan PLTU dengan sejumlah komponen kegiatan manufaktur dan konstruksi.

terkenal ialah aplikasi sistem IPAS (Integrated Protected Area System), yaitu menentukan daerah yang dilindungi atau "protected area", "zona buffer", dan "adjacent area". Aspek yang dijangkau sistem IPAS amat luas, meliputi sosial, ekonomi, ekosistem, kependudukan, dan lain-lain. Komponen utama kegiatannya terdiri dari:

- Menyusun dan melaksanakan program penyuluhan dan menyadarkan penduduk yang daerah pemukimannya akan terkena proyek (tidak harus memindahkan mereka), bahwa proyek berusaha melestarikan lingkungan dan menaikkan taraf hidup mereka.
- Mengadakan survei "biofisik" (biophysical) dan sosio-ekonomi.
- Menentukan batas-batas "protected area",
 "zona buffer", dan "adjacent area" (zoning,
 delineation, dan demarkasi).
- Membangun "zona buffer" dan "adjacent area" dengan cara penghijauan, "agro forestry", konservasi tanah, dan "community development" seperti pembuatan jalan dan jembatan.

Dari komponen kegiatan di atas, terlihat bahwa dalam jenis proyek tersebut tidak terlalu banyak unsur-unsur kegiatan engineering, konstruksi atau manufaktur, tetapi sarat dengan pengkajian, penelitian dan survei. Oleh karena itu, implementasinya memerlukan jasa konsultan yang amat intensif. Sebagai contoh, di Indonesia pada waktu ini proyek jenis di atas sedang dijalankan di Roteng-Flores dan Siberut-Sumatera Barat.

Pada kenyataan sesungguhnya tidak mudah memilah-milah macam proyek berdasarkan kriteria di atas karena seringkali satu proyek mengandung bermacam-macam komponen kegiatan dengan bobot (harga, atau jam-orang) yang tidak jauh berbeda. Sebagai contoh, proyek instalasi pembangkit listrik tenaga uap (PLTU). Dari segi pembangunannya dapat digolongkan sebagai proyek engineering-konstruksi. Namun, bila dilihat komponen utamanya seperti ketel uap, turbin uap, generator listrik dan peralatan lainnya, yang semuanya melibatkan kegiatan engineering-manufaktur, maka secara keseluruhan kegiatan manufaktur akan memiliki bobot (biaya) tidak jauh berbeda dengan kegiatan konstruksi, bahkan mungkin lebih. Atas dasar itulah, pengelompokan seperti di atas tidak boleh diartikan secara sempit karena memang tidak terdapat batas yang jelas, tetapi hendalenya dilihat dari komponen kegiatan yang diperkirakan memiliki bobot terbesar. Gambar 1-2 memperlihatkan urutan kerja proyek tersebut di atas (PLTU) beserta beberapa komponen kegiatan manufaktur dan konstruksi.

C. Timbulnya Suatu Proyek

Awal timbulnya proyek dapat berasal dari beberapa sumber berikut ini:

- Rencana Pemerintah Misalnya, proyek pembangunan prasarana, seperti jalan, jembatan, bendungan, saluran irigasi, pelabuhan, lapangan terbang. Tujuannya lebih dititikberatkan pada kepentingan umum dan masyarakat.
- Permintaan Pasar Hal ini terjadi bila suatu ketika pasar memerlukan kenaikan suatu macam produk dalam jumlah besar. Permintaan ini dipenuhi dengan jalan membangun sarana produksi baru.
- Dari dalam Perusahaan yang Bersangkutan Hal ini dimulai dengan adanya desakan keperluan dan setelah dikaji dari

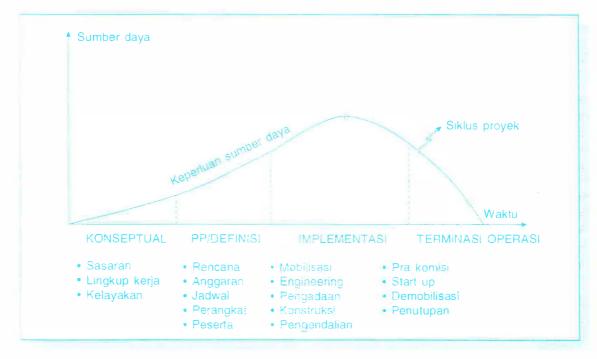
segala aspek menghasilkan keputusan untuk merealisasikannya menjadi proyek. Misalnya proyek yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi kerja dan memperbaharui (modernisasi) perangkat dan sistem kerja lama agar lebih mampu bersaing.

• Dari Kegiatan Penelitian dan Pengembangan Dari kegiatan tersebut dihasilkan produk baru yang diperkirakan akan banyak manfaat dan peminatnya, sehingga mendorong dibangunnya fasilitas produksi. Misalnya, komoditi obat-obatan dan bahan kimia yang lain.

Bagi proyek yang berukuran besar dan kompleks, karena umumnya melibatkan sumber daya yang besar, prakarsa sering timbul dari pihak pemerintah, perusahaan swasta besar, atau multinasional.

1-3 Dinamika Dalam Siklus Proyek

Telah disebutkan sebelumnya bahwa proyek berbeda-beda dalam hal kompleksitas, ukuran, dan sumber daya yang diperlukan. Meskipun demikian, setiap proyek memiliki pola tertentu yang merupakan ciri pokok yang melekat dan membedakannya dari kegiatan operasional rutin. Semakin besar dan kompleks suatu proyek, ciri tersebut makin terlihat. Ciri



Gambar 1-3 Hubungan keperluan sumber daya terhadap waktu dalam siklus proyek.

pokok ini dikenal sebagai dinamika kegiatan sepanjang siklus proyek (project life cycle). Dalam siklus proyek, kegiatan-kegiatan berlangsung mulai dari titik awal, kemudian jenis dan intensitasnya meningkat sampai ke puncak (peak), turun, dan berakhir. Kegiatan-kegiatan tersebut memerlukan sumber daya yang berupa jam-orang (man-hour), dana, material atau peralatan. Bila dibuat grafik dengan sumber daya pada sumbu vertikal dan waktu pada sumbu horisontal, maka akan terlihat siklus proyek sebagai garis lengkung dengan titik-titik awal, puncak, dan akhir, seperti yang terlihat pada Gambar 1-3.

Di samping turun naiknya intensitas kegiatan, terjadi pula perubahan dalam aspek lain, seperti kualifikasi tenaga yang diperlukan. Misalnya, pada awal proyek diperlukan ahli-ahli perencanaan dan engineering, sedangkan menjelang akhir proyek diperlukan lebih banyak tenaga inspektor di lapangan. Berbeda dari kegiatan operasional rutin yang relatif stabil, kegiatan proyek bersifat dinamis, terus berubah-ubah. Untuk mencapai penggunaan sumber daya yang efisien, perlu diusahakan agar tidak terjadi gejolak-gejolak (fluktuasi) yang tajam. Dengan demikian, seluruh kegiatan dalam siklus proyek merupakan rangkaian yang berkesinambungan menuju sasaran yang telah ditentukan.

A. Perkembangan dalam Siklus Proyek

Suatu sistem yang dinamis, seperti halnya proyek, memiliki tahap-tahap perkembangan. Pada masing-masing tahap terdapat kegiatan yang dominan dengan tujuan yang khusus atau spesifik. Sampai saat ini belum ada keseragaman pembagian tahap dalam siklus proyek, baik jumlah maupun terminologi yang dipakai. Hal ini antara lain karena banyaknya macam, ukuran, dan kompleksitas proyek, serta latar belakang tujuan pembagian itu sendiri.

Pembagian Menurut UNIDO

Salah satu sistematika penahapan yang luas pemakaiannya adalah yang disusun oleh United Nation Industrial Development Organization (UNIDO). UNIDO membagi siklus proyek menjadi 2 tahap, yaitu tahap persiapan dan tahap implementasi. Kegiatan pada kedua

tahap itu diperinci menjadi sebagai berikut:

a. Tahap Persiapan

- Identifikasi gagasan atau analisis pendahuluan.
- Pengembangan ide menjadi konsepkonsep alternatif.
- Formulasi lingkup proyek.
- Evaluasi lanjutan dan keputusan untuk investasi.

b. Tahap Implementasi

- Penyiapan desain-engineering terinci, jadwal induk, dan anggaran.
- Pengadaan kontrak dan pembelian.
- Pengerjaan pabrikasi, konstruksi, uji coba, dan start-up.

Setelah proyek selesai kemudian dilanjutkan dengan operasi rutin dari instalasi yang baru selesai dibangun.

Pembagian Menurut MRDC

Mobil Research and Development Corporation (MRDC), suatu anak perusahaan Mobil Oil-Princeton USA yang bergerak dalam konsultansi bidang penelitian dan pengembangan termasuk pengelolaan proyek, menyusun sistematika siklus proyek menjadi tiga tahap. Ketiga tahap tersebut terdiri atas *Frontend*, Tahap 1 dan Tahap 2, dengan perincian sebagai berikut:

a. Front End

Tahap ini meliputi kegiatan-kegiatan sebagai berikut:

- Mengidentifikasi lingkup gagasan (ide) yang timbul.
- Memikirkan alternatif-alternatif yang mungkin.
- Memilih alternatif dan merumuskannya menjadi lingkup kerja pendahuluan.
- Membuat perkiraan biaya dan jadwal pendahuluan.
- Menyiapkan angka anggaran biaya tahap berikutnya.

b. Tahap 1

Terdiri dari kegiatan-kegiatan:

Memperjelas definisi lingkup kerja.

- Menyusun anggaran proyek dan jadwal induk:
- Menyiapkan dokumen tender, rancangan kontrak, dan memilih calon pelaksana (kontraktor) untuk pekerjaan Tahap 2.

c. Tahap 2

Kegiatan utamanya terdiri dari:

- Membuat desain-engineering terinci.
- Melakukan pembelian atau kontrak material dan jasa.
- Manufaktur (pabrikasi) peralatan dan konstruksi.
- Melakukan inspeksi, uji coba, dan startup.

Bila tahap-tahap di atas telah diselesaikan maka proyek telah dianggap selesai dan diserahkan kepada pemilik untuk dioperasikan.

Pembagian Menurut PMI (Project Management Institute)

Salah satu sistematika penahapan yang disusun oleh PMI (*Project Management Institute*), yaitu suatu institusi yang mengembangkan manajemen proyek dan telah dikenal dan diakui secara luas terutama oleh mereka yang terkait dengan masalah proyek, terdiri dari tahap-tahap konseptual, perencanaan & pengembangan (PP/Definisi), implementasi, dan terminasi. Penjelasan tahap-tahap di atas dijumpai di Subbab 1-4.

Contoh-contoh di atas menunjukkan bahwa pembagian siklus proyek menjadi beberapa tahap pada umumnya didasarkan atas jenis kegiatan utama (dominan) yang berlangsung di dalam tahap yang bersangkutan. Kegiatan utama ini tidak harus berhenti pada tahap yang bersangkutan, tetapi masih berkelanjutan di tahap berikutnya. Jadi, ada jenis kegiatan yang sama dengan tahap terdahulu tetapi intensitasnya sudah jauh berbeda.

Dari sudut pengelolaan proyek, manfaat yang diperoleh dari adanya pembagian siklus proyek menjadi tahap-tahap ini adalah memudahkan untuk mengidentifikasi dan mengikuti perubahan kegiatan, dan selanjutnya menyiapkan sumber daya dan usaha yang diperlukan untuk menanganinya.

B. Penahapan Kegiatan Proyek dan Siklus Sistem

Bila diperhatikan dengan sungguhsungguh, maka sistematika pembagian tahap dan urutan kegiatan pada siklus proyek yang diperlihatkan oleh contoh-contoh di atas dan oleh berbagai kepustakaan, ternyata sejalan dengan siklus sistem. Hal ini dikarenakan penyusunannya menggunakan pendekatan sistem dan menganggap siklus proyek adalah bagian dari siklus sistem, yaitu bagian yang berurusan dengan proses mewujudkan gagasan menjadi bentuk fisik (bringing system into being). Pendekatan sistem serta metodologinya merupakan topik pembahasan pada Bab 4.

1-4

Tahap Siklus Proyek dan *Deliverable* yang Bersangkutan

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pada dasarnya siklus proyek terdiri dari 4 tahap, yaitu tahap yang diklasifikasikan oleh UNIDO sebagai tahap persiapan, diperinci lebih lanjut oleh PMI menjadi tahap konseptual dan definisi. Tahap ini sering pula disebut tahap perencanaan dan pengembangan (PP) karena pada tahap tersebut kegiatan itulah yang dominan. Tahap akhir proyek dikenal sebagai

tahap terminasi. Secara lengkap, penahapan menurut PMI adalah sebagai berikut:

- 1. Tahap konseptual.
- Tahap perencanaan dan pengembangan (planning and development) atau disingkat PP/Definisi.
- 3. Tahap implementasi.
- 4. Tahap terminasi.

Untuk selanjutnya, pembahasan dalam buku ini menggunakan sistematika 4 tahap dengan istilah seperti tersebut di atas. Adapun tahap selanjutnya, yaitu operasi/produksi/utilisasi, bukan bagian dari siklus proyek. Tahap terakhir ini adalah suatu periode di mana hasil proyek telah terwujud menjadi produk atau instalasi yang kemudian dioperasikan secara normal. Pembahasan lebih jauh sebagai berikut.

A. Tahap Konseptual

Periode ini terdiri dari beberapa kegiatan, yaitu penyusunan dan perumusan gagasan, analisis pendahuluan dan pengkajian kelayakan. Salah satu kegiatan utama yang bersifat menyeluruh ("comprehensive"), dalam tahap ini yang mencoba menyoroti segala aspek mengenai layak tidaknya suatu gagasan untuk direalisasikan, disebut studi kelayakan. Dibandingkan dengan pengkajian yang dilakukan sebelumnya, studi kelayakan mempunyai lingkup dan aspek pengkajian yang lebih luas, mendorong potensi yang positif dan menaruh perhatian khusus terhadap kendala dan keterbatasannya.

Deliverable Akhir Tahap Konseptual

Deliverable akhir tahap konseptual adalah paket atau dokumen hasil studi kelayakan. Dokumen tersebut umumnya berisi analisis berbagai aspek kelayakan seperti pemasaran, permintaan, teknik, produksi, manajemen dan organisasi. Dokumen tersebut juga berisi perkiraan garis besar biaya dan jadwal proyek.

B. Tahap PP/Definisi

Telah disebutkan sebelumnya bahwa pada masa permulaan siklus proyek, kegiatan ditujukan untuk mengidentifikasi dan merumuskan gagasan, mengembangkannya menjadi alternatif, lengkap dengan indikasi lingkungan kerja, jadwal dan biaya. Meskipun demikian, semua itu masih dalam taraf konseptual, dalam arti pengkajian sudah melebar dan meluas mencakup aspek yang mempunyai kaitan erat antara gagasan dan peluang yang tersedia, tetapi belum cukup mendalam untuk dapat dipakai sebagai dasar mengambil keputusan akhir jadi tidaknya

menanam investasi atau melaksanakan proyek. Oleh karena itu, perlu diadakan pengkajian yang lebih mendalam agar dapat ditarik kesimpulan yang mantap. Sejalan dengan usaha tersebut, mulailah dirintis rencana kesiapan perangkat dan pelaksanaan proyek ataupun strategi penyelenggaraan. Dengan demikian, kegiatan utama dalam tahap PP/Definisi adalah sebagai berikut:

- Melanjutkan evaluasi hasil kegiatan tahap konseptual, dalam arti lebih mendalam dan terinci, sehingga kesimpulannya cukup mantap untuk dipakai sebagai dasar pengambilan keputusan perihal kelangsungan investasi atau proyek.
- Menyiapkan perangkat, seperti data, kriteria dan spesifikasi teknik, engineering dan komersial yang selanjutnya dipakai untuk membuat RFP, dokumen dan kontrak.
- Menyusun perencanaan dan membuat keputusan strategis yang berkaitan dengan garis penyelenggaraan proyek, seperti macam kontrak yang akan dipakai, bobot sasaran pokok, filosofi desain, komposisi pendanaan.
- Memilih peserta proyek yang terdiri dari tim proyek pemilik, kontraktor, konsultan, arsitek, dan lain-lain.

Ditinjau dari segi penyelenggaraan proyek secara keseluruhan dengan empat sasaran utama, yaitu lingkup, jadwal, biaya dan mutu, rangkaian kegiatan yang dilakukan dalam tahap PP/Definisi ini (dalam hubungannya dengan persiapan memasuki tahap berikutnya) adalah usaha untuk menetapkan dan menjelaskan kedudukan keempat sasaran tersebut. Artinya, dalam tahap PP/Definisi ditetapkan letak batas dan kriterianya. Dengan kata lain, tahap ini menentukan batasan berbagai parameter yang menyangkut sasaran, strategi untuk mencapainya dan sumber daya yang diperlukan. Dengan demikian, diharapkan tidak terjadi kekaburan interpretasi sebelum proyek sampai ke tahap implementasi fisik. Akhir tahap definisi ditandai oleh kegiatan menyiapkan segala kelengkapan dokumen (kontrak, prosedur) yang berisi penjabaran rencana tindakan (action plan) yang mengikat organisasi peserta proyek (pemilik, kontraktor, konsultan) untuk melakukan tugas dan kewajibannya masing-masing dalam rangka mencapai sasaran proyek.

Deliverable Akhir Tahap PP/Definisi

Deliverable tahap ini adalah sebagai berikut:

- Dokumen berisi hasil analisis lanjutan kelayakan proyek.
- Dokumen berisi rencana strategis dan operasional proyek.
- Dokumen berisi definisi lingkup, anggaran biaya (ABP), jadwal induk dan garis besar kriteria mutu proyek.
- RFP atau paket lelang.
- Dokumen hasil evaluasi proposal dari para peserta lelang.

Kegiatan menyiapkan "deliverable" pada penyelenggaraan proyek E-MK dengan jenis kontrak lump sum dilakukan oleh pihak pemilik proyek. Namun demikian, kegiatan tersebut sering pula dilakukan dengan menggunakan bantuan konsultan.

C. Tahap Implementasi

Komponen kegiatan utama pada tahap ini berbeda dari proyek ke proyek. Tetapi untuk proyek E-MK umumnya terdiri dari kegiatan desain-engineering terinci fasilitas yang hendak dibangun, desain-engineering produk, pengadaan material dan peralatan, manufaktur atau pabrikasi dan instalasi atau konstruksi. Kegiatan desain-engineering terinci merupakan tindak lanjut jenis pekerjaan yang sama yang telah dirintis di tahap PP/Definisi. Tahap implementasi terdiri dari kegiatan sebagai berikut:

- Mengkaji lingkup kerja proyek, kemudian membuat program implementasi dan mengkomunikasikan kepada peserta dan penanggung jawab proyek.
- Melakukan pekerjaan desain-engineering terinci, pengadaan material dan peralatan, pabrikasi, instalasi atau konstruksi.
- Melakukan perencanaan dan pengendalian aspek biaya, jadwal dan mutu. Kegiatan lain yang tidak kalah pentingnya ialah memobilisasi tenaga kerja, melatih dan melakukan supervisi.

Deliverable Tahap Implementasi

Deliverable tahap ini adalah produk atau instalasi proyek yang telah selesai secara "mekanis". Darisegi "contractual" ini ditandai dengan penyerahan sertifikat mechanical completion dari pemilik proyek kepada organisasi pelaksana atau kontraktor.

D. Tahap Terminasi

Kegiatan utama pada tahap terminasi adalah sebagai berikut:

- Mempersiapkan instalasi atau produk beroperasi, seperti uji coba *start-up*, dan *performance test*.
- Penyelesaian administrasi dan keuangan proyek seperti asuransi dan klaim.
- Seleksi dan kompilasi dokumen proyek untuk diserahkan kepada pemilik atau kepada induk perusahaan.
- Melaksanakan demobilisasi dan reassignment personil.

Bila langkah di atas telah selesai maka disusun laporan penutupan proyek.

Deliverable Akhir Tahap Terminasi

Deliverable tahap ini berupa:

- Instalasi atau produk yang siap pakai atau siap beroperasi. Ini ditandai dengan diterbitkannya sertifikat "operational acceptance" oleh pemilik proyek untuk pelaksana atau kontraktor.
- Dokumen pernyataan penyelesaian masalah asuransi, klaim dan jaminan (warranty).

E. Tahap Operasi atau Utilisasi

Tahap operasi atau utilisasi atau aplikasi hasil proyek tidak termasuk dalam siklus proyek, tetapi sudah merupakan kegiatan operasional. Kita mencantumkannya di sini hanya untuk memperjelas batas kegiatan yang bersangkutan; di mana kegiatan proyek berhenti dan organisasi operasi mulai bertanggung jawab atas operasi dan pemeliharaan instalasi atau produk hasil proyek.

-5 Ringkasan Kegiatan Pada Masing-masing Tahap

Tabel 1-3 adalah ringkasan kegiatan utama yang terjadi di masing-masing tahap sepanjang siklus proyek untuk beberapa macam proyek yang banyak dijumpai di negeri ini.

A. Proyek Engineering-Konstruksi (E-K)

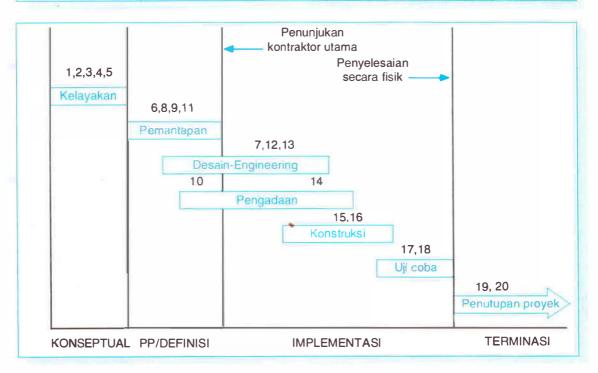
Beberapa kegiatan utama proyek E-K terdiri dari kegiatan-kegiatan seperti pada Tabel 1-3 dan bila disajikan dengan metode bagan balok akan terlihat seperti pada Gambar 1-4.

B. Proyek Engineering-Manufaktur

Beberapa kegiatan proyek engineeringmanufaktur berbeda dengan proyek E-K, misalnya adanya kegiatan membuat prototip sebelum melakukan produksi penuh.

Tabel 1-3 Kegiatan utama proyek engineering-konstruksi.

Konseptual	PP/Definisi	Implementasi	Terminasi	
Perumusan gagasan. Kerangka acuan. Studi kelayakan. Indikasi dimensi lingkup proyek. Indikasi biaya dan jadwal.	 Pendalaman berbagai aspek persoalan. Desain-engineering dan pengembangan. Pembuatan jadwal induk dan anggaran, menentukan kelanjutan investasi. Penyusunan strategi penyelenggaraan dan rencana pemakaian sumber daya. Pembelian dini. Penyiapan perangkat dan peserta. 	 12. Desain-engineering terinci. 13. Pembuatan spesifikasi dan kriteria. 14. Pembelian peralatan dan material. 15. Pabrikasi dan konstruksi. 16. Inspeksi mutu. 17. Uji coba kemampuan. 18. Mechanical "Completion". 	19. Start-up. 20. Demobilisasi laporan penutupan.	



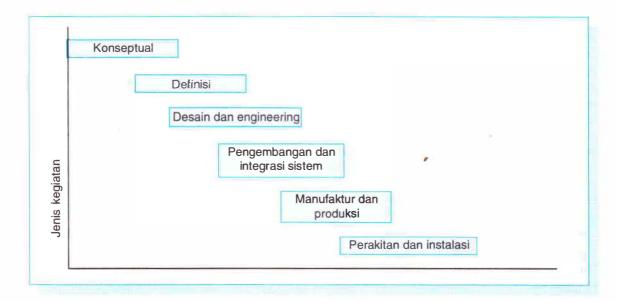
Gambar 1-4 Siklus proyek engineering-konstruksi dengan beberapa kegiatan utamanya.

- Desain dan Pengembangan Produk Setelah lulus pengkajian kelayakan dari bermacam-macam aspek pada tahap konseptual, maka kegiatan proyek E-K dilanjutkan dengan desain dan pengembangan produk. Kegiatan ini terdiri dari:
- a. Analisis fungsi dan desain-engineering. Kegiatan pokok di sini adalah melakukan analisis fungsi dan desain-engineering dari produk yang akan dibuat beserta komponen-komponennya.
- b. Desain-engineering terinci dan pengembangan produk.
 Kegiatan pokok di sini adalah menjabarkan dan menerjemahkan yang telah dikerjakan pada butir a menjadi spesifikasi, kriteria dan gambar-gambar desainengineering untuk dipakai sebagai pedoman dalam proses pembelian material, manufaktur, perakitan, dan uji coba.
- Sistem Integrasi Dalam hubungan ini dilakukan pula studi perihal integrasi dan kaitannya (interface) dengan fasilitas dan peralatan yang telah ada di bengkel (pabrik) tersebut.
- Membuat Prototip (Prototype) Seringkali sebelum menghasilkan produk akhir,

- dibuat terlebih dahulu prototip (prototype). Dari prototip tersebut kemudian dilakukan uji coba (testing). Data dan informasi yang dihasilkan dianalisis dan dikembangkan lebih jauh untuk menjadi masukan pada kegiatan berikutnya.
- Manufaktur (Produksi) Kegiatan ini terdiri dari pembelian material dan peralatan serta pabrikasi komponen produk. Kegiatan ini dikerjakan oleh bidang manufaktur perusahaan yang bersangkutan atau diserahkan kepada subkontraktor.
- Perakitan dan Instalasi Kegiatan akhir dari proyek E-M adalah merakit dan menginstal komponen-komponen produk menjadi produk akhir, mengadakan tes, inspeksi, dan uji coba sebelum diserahkan kepada pemesan.

C. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Ikhtisar komponen kegiatan utama proyek penelitian dan pengembangan terlihat pada Tabel 1-4 halaman 14.



Gambar 1-5 Proyek engineering-manufaktur (E-M)

Tabel 1-4 Kegiatan utama proyek penelitian dan pengembangan.

Konseptual	PP/Definisi	Implementasi	Operasi
Melihat kesempatan dan merumuskan gagasan. Meletakkan dasar studi kelayakan. Melakukan lingkup kerja, jadwal, dan perkiraan biaya.	 Menjabarkan lingkup kerja/kegiatan. Memperdalam evaluasi. Melakukan desain. engineering pendahuluan. 	Mengadakan material dan peralatan. Melakukan pilot test. Menganalisis hasil- hasilnya. Melaksanakan "test penuh" dan meng- analisis hasil-hasilnya.	 Membuat laporan akhir. Mengedarkan laporan akhir untuk mendapat kan tanggapan.

D. Proyek Pelayanan Manajemen

Proyek golongan ini terdiri dari berbagai macam bentuk dan kegiatan. Pada umumnya hasil akhirnya berbentuk nonfisik, misalnya laporan hasil studi atau penelitian manajemen. Contoh jenis proyek tersebut adalah studi untuk memperbaiki efisiensi kerja suatu perusahaan. Langkah-langkah yang diambil umumnya mengikuti urutan berikut:

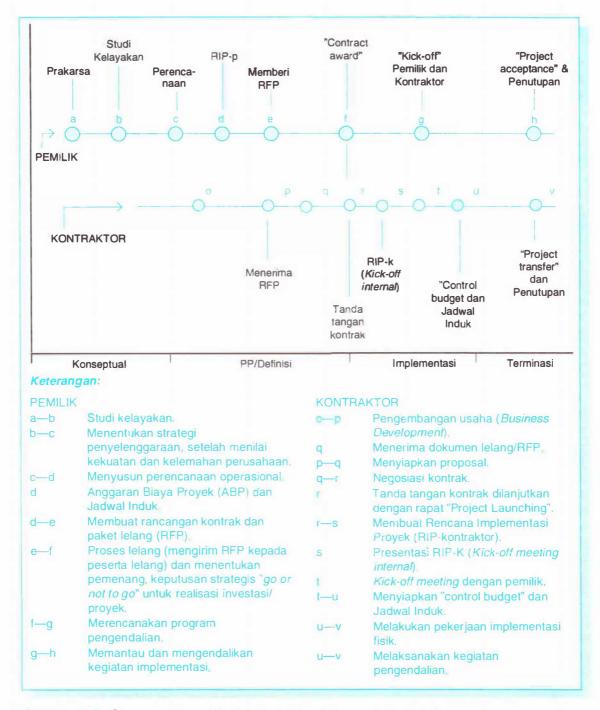
- Tahap Konseptual Mengkaji persoalan atau keperluan yang dihadapi. Jadi, di sini diusahakan menggali dan merumuskan penyebab terjadinya keadaan yang tidak efisien tersebut. Bila telah ditemukan indikasi sumber atau inti penyebab persoalan, maka ditelusuri lebih lanjut seberapa jauh akibat atau pengaruhnya terhadap sistem keseluruhan. Dari pengkajian persoalan ini, seringkali muncul pula pemikiran mengenai arah pemecahannya. Dalam contoh ini misalnya, terungkap bahwa sumber persoalan disebabkan oleh sistem komunikasi dan prosedur kerja yang tidak lagi dapat mengikuti perkembangan perusahaan. Akibatnya, kejadian penyimpangan di daerah atau sektor yang baru dikembangkan terlambat diketahui atau dideteksi.
- Tahap PP/Definisi Meskipun pada tahap sebelumnya telah disinggung adanya pemikiran mengenai arah pemecahan persoalan, hal ini masih dalam tahap konseptual. Baru dalam tahap studi ini aspek pemecahan

persoalan mendapatkan perhatian sepenuhnya untuk dikaji secara mendalam. Dalam konteks contoh di atas, jalan keluarnya adalah melakukan perampingan organisasi, menambah fasilitas komunikasi, dan menyempurnakan prosedur laporan dan pemantauan. Tahap ini ditutup dengan membuat laporan sementara (interim report) perihal usulan di atas, termasuk indikasi biaya dan jadwal yang diperlukan bila usulan tersebut dilaksanakan.

- Tahap Implementasi Pada tahap ini segala rencana dan usulan tahap terdahulu, setelah ditemukan alternatif yang dianggap terbaik, dirinci, dijabarkan, dihitung, dan disusun menjadi suatu sistem yang bila direalisasikan diperkirakan dapat memecahkan persoalan yang dihadapi oleh perusahaan. Dalam contoh di atas, ini berarti melakukan kegiatan menyusun organisasi yang diusulkan, berikut kualifikasi personil untuk posisi kunci, membuat kriteria dan spesifikasi teknis fasilitas dan peralatan komunikasi yang diinginkan, kemudian menyiapkan prosedur operasional pelaporan dan pemantauan. Ini semua dituangkan dalam laporan akhir yang juga memuat jadwal dan biaya yang diperlukan.
- Tahap Operasi atau Utilisasi Perusahaan yang memberi tugas menerima laporan akhir kemudian membahasnya untuk menentukan direalisasi atau tidaknya usulan yang dimuat dalam laporan tersebut. Bila direalisasi maka laporan dapat digunakan sebagai pedoman untuk pelaksanaan.

Siklus Proyek untuk Pemilik dan Kontraktor

Siklus proyek yang telah dibicarakan sebelumnya dapat diperinci lebih jauh untuk pemilik dan kontraktor. Siklus proyek pemilik relatif berbeda dengan kontraktor (utama), terutama dalam suatu kontrak *lump-sum* saat kontraktor mengerjakan engineering. Pengadaan dan konstruksi dilakukan pada tahap implementasi fisik. Pada tahap konseptual pemilik mengkaji



Gambar 1-6 Siklus proyek pemilik dan kontraktor dalam suatu kontrak lump-sum.

kelayakan proyek, dilanjutkan dengan menyusun perencanaan strategis penyelenggaraan proyek, menyiapkan perangkat (dokumen lelang, SIMP, dan lain-lain) dan peserta (tim proyek pemilik, kontraktor dan mungkin juga konsultan). Pada kedua tahap ini kontraktor belum ada. Umumnya baru pada akhir tahap PP/Definisi mereka (melalui bidang *Bussiness* atau Pemasaran) mengadakan pendekatan-pendekatan kepada pemilik untuk ikut lelang.

Bagi kontraktor, perencanaan intensif dimulai setelah penandatanganan kontrak EPK atau penerimaan letter of intent, yaitu dalam rangka menyusun Rencana Implementasi Proyek (RIP-k). RIP-kontraktor ini dipresentasikan dalam suatu internal kick-off meeting dan

setelah diadakan perubahan yang diperlukan kemudian dipakai sebagai dasar materi kickoff meeting dengan pemilik dan pembuatan "control budget" atau disebut juga Anggaran Definitif Proyek (ADP) dan jadwal induk. Selanjutnya, ADP dan jadwal induk digunakan sebagai tolok ukur proses pengendalian sampai proyek selesai (u-v). Setelah menyerahkan pekerjaan implementasi fisik kepada kontraktor, tugas utama pemilik adalah melakukan pemantauan dan pengendalian seperti pengendalian perubahan lingkup, change order, pembayaran, jadwal dan pengendalian mutu. Gambar 1-6 menunjukkan garis besar langkah yang ditempuh pemilik dan kontraktor selama siklus proyek.

1-7

Perilaku Selama Siklus Proyek

Di samping perilaku masing-masing tahap, terdapat pula perilaku yang melekat pada siklus proyek secara keseluruhan yang melewati batas-batas penahapan yang ada. Di antaranya adalah sebagai berikut:

A. Perubahan Titik Berat Pengelolaan

Dengan bergerak majunya kegiatan mengikuti pola siklus proyek, maka titik berat pengelolaan berubah dari perencanaan ke pengendalian. Perencanaan diawali dengan kegiatan-kegiatan proyek dengan menentukan masalah yang berkaitan dengan pekerjaan apa, kapan, dan oleh siapa dilakukan dalam rangka mencapai sasaran. Sedangkan pada periode selanjutnya diperlukan pemantauan, bimbingan, dan koreksi agar hasil implementasi pekerjaan sesuai dengan sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, biaya, jadwal dan mutu. Semakin ramai pekerjaan dilakukan, semakin tinggi kadar pengendalian yang diperlukan. Pada periode ini perencanaan tetap diperlukan dan sering merupakan revisi atau penyesuaian atas dasar informasi dan umpan balik dari kegiatan pengendalian, tetapi volume perencanaan tersebut relatif semakin kecil dibandingkan dengan pengendalian.

B. Potensi Pengendalian Biaya

Di atas telah dijelaskan bahwa, sejalan dengan kemajuan pelaksanaan pekerjaan, titik berat pengelolaan bergeser dari perencanaan ke pengendalian. Meskipun demikian, salah satu aspek pengelolaan, yaitu pengendalian biaya, justru memiliki potensi paling besar untuk mendapat hasil yang substansial pada awal proyek dan menurun pada tahap-tahap berikutnya. Pengendalian biaya harus diwaspadai pada periode ini karena bila masa yang singkat itu telah lewat, maka potensi besar itu pun ikut lenyap.

C. Menurunnya Risiko Sejalan dengan Kemajuan Proyek

Karena berbagai alasan, pada awal proyek banyak informasi yang diperlukan untuk menyusun biaya, jadwal dan kriteria mutu belum cukup tersedia. Dengan demikian, terdapat risiko bahwa proyek tidak mencapai sasaran dalam aspek tersebut. Dalam hal ini yang dimaksud dengan risiko adalah risiko murni (bukan risiko usaha). Untuk menutupinya, umumnya disediakan kontinjensi baik dalam anggaran maupun jadwal. Sejalan dengan

kemajuan pelaksanaannya, informasi dan halhal lain yang diperlukan berangsur-angsur mulai tersedia, misalnya harga peralatan, material, dan upah tenaga kerja. Keadaan ini berarti menurunkan tingkat ketidakpastian dan risiko (uncertainity and risk). Meskipun demikian, nilai dampak risiko (amount at stake), biasanya diukur dengan biaya yang dikeluarkan, cenderung naik dihitung dari tahap awal konseptual sampai pada akhir implementasi.

D. Perubahan Lingkup versus Siklus Proyek

Secara umum dapat dikatakan bahwa proyek selalu mengalami perubahan lingkup. Hanya, perlu diingat bahwa perubahan lingkup proyek (penambahan atau pengurangan) akan memiliki dampak yang lebih besar sejalan dengan kemajuan proyek. Semakin jauh kemajuan implementasinya, semakin banyak komponen lingkup yang telah diselesaikan. Mengingat keterkaitan berbagai komponen lingkup tersebut, harus dihindari adanya perubahan lingkup pada waktu implementasi sudah berjalan jauh karena dampaknya terhadap biaya dan jadwal yang mungkin timbul akan berlipat ganda dibandingkan bila perubahan lingkup tersebut terjadi pada awal siklus proyek.

Dari uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pengenalan dan pengertian yang tepat akan perilaku yang ada selama siklus proyek ataupun pada masing-masing tahap yang bersangkutan akan memberikan pegangan bagi pengelola dalam usahanya merencanakan dan mengendalikan pemakaian sumber daya sebaik-baiknya.

RINGKASAN

- Proyek adalah kegiatan sekali lewat, dengan waktu dan sumber daya terbatas untuk mencapai hasil akhir yang telah ditentukan, misalnya produk atau fasilitas produksi.
- Dalam proses mencapai hasil akhir, kegiatan proyek dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu, yang dikenal sebagai tiga kendala (triple constraint).
- Kegiatan proyek dibedakan dari kegiatan operasional, antara lain karena sifatnya yang dinamis, nonrutin, multikegiatan dengan intensitas yang berubah-ubah, dan memiliki siklus yang pendek.
- Belum ada klasifikasi yang baku untuk menyatakan besar kecilnya proyek secara kuantitatif.
 Untuk menyeragamkan bahasa, G. J. Ritz (1990) membuat penggolongan ukuran proyek
 dari jumlah jam per tenaga kerja ataupun biaya. Atas dasar ini proyek diklasifikasi menjadi
 berukuran kecil, sedang, besar, super, dan mega.
- Terdapat berbagai macam proyek dilihat dari komponen kegiatan yang dominan, yaitu, proyek engineering-konstruksi, engineering-manufaktur, penelitian dan pengembangan, pelayanan manajemen, proyek kapital, dan lain-lain.
- Meskipun terdapat banyak ragam proyek, semuanya mengikuti pola tertentu yang menandai dinamika sepanjang siklus proyek. Intensitas kegiatan dimulai dari awal, meningkat perlahan-lahan secara teratur sampai ke puncak, kemudian turun, dan akhirnya berhenti.
- Terdapat empat tahap siklus proyek, yaitu tahap konseptual, tahap PP/Definisi, tahap implementasi, terminasi proyek. Masing-masing tahap mempunyai jenis kegiatan dan intensitas yang berlainan. Kegiatan utama pada tahap konseptual adalah pengkajian kelayakan, sedangkan tahap-tahap berikutnya berturut-turut perencanaan dan pemantapan, (PP atau Definisi), desain-engineering, pengadaan, pabrikasi dan konstruksi, dan akhirnya pelaksanaan uji coba sebelum diserahkan ke pemilik proyek.

SOAL LATIHAN

- 1. Sebutkan perbedaan pokok antara kegiatan proyek dan operasional rutin! Mengapa dalam menganalisis dan menjelaskan kegiatan proyek diambil pendekatan dengan membandingkannya terhadap kegiatan operasional rutin?
- 2. Bagaimana proses timbulnya suatu proyek?
- 3. Adakah perbedaan antara proyek dan program? Berikan contoh suatu kegiatan yang dapat dinamakan sebagai program!
- 4. Apa tujuan membagi-bagi siklus proyek menjadi beberapa tahap? Sampai saat ini masih belum ada keseragaman dalam jumlah ataupun nama tahap-tahap tersebut. Mengapa hal demikian terjadi? Sebutkan pula "deliverable" masing-masing tahap yang bersangkutan!
- 5. Sebutkan pembagian tahap menurut UNIDO dan PMI! Bagaimana pendapat Anda mengenai kedua macam pembagian tersebut?
- 6. Proyek dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis, yang didasarkan atas kandungan komponen kegiatan yang dominan. Masuk klasifikasi manakah proyek pembangkit listrik tenaga uap yang memerlukan ketel uap dan generator listrik dengan biaya yang cukup besar?
- 7. Pada kontrak *lump-sum*, yaitu pada *front end*, terdapat perbedaan siklus proyek bagi pemilik dibandingkan siklus proyek bagi kontraktor. Terangkan perbedaan tersebut dan sebab-sebabnya!
- 8. Proyek selalu mengandung risiko. Pada tahap awal siklus proyek potensi terjadinya risiko amat tinggi dan semakin lama semakin menurun, tetapi dampak yang ditimbulkan (*amount at stake*) justru sebaliknya. Jelaskan pernyataan tersebut!

Proyek dan Manajemen Fungsional

elah disinggung sebelumnya bahwa proyek bukanlah sesuatu yang baru. Apa yang berubah dan merupakan hal baru adalah dimensi dari proyek tersebut dan lingkungan sosial yang mengelilinginya, baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Semakin maju peradaban manusia—yang salah satu cirinya ditandai dengan penemuan di bidang ilmu dan teknologi-semakin kompleks dan canggih proyek yang dikerjakan dengan melibatkan penggunaan sumber daya dalam bentuk tenaga manusia, material, dan dana yang jumlahnya bertambah besar. Sementara itu, kebutuhan akan alat-alat produksi, barang konsumsi, ataupun jasa pada masyarakat modern dewasa ini semakin meningkat jumlah ataupun macam ragamnya, dengan mutu yang bertambah baik dan daya guna yang tahan lama. Untuk memenuhi kebutuhan ini dibangun dan didirikan berbagai fasilitas mulai dari instalasi produksi, manufaktur, sistem transportasi, sarana komunikasi, dan rekreasi. Sejalan dengan perkembangan di atas, timbul persaingan ketat di lingkungan dunia usaha yang (terutama) dilandasi oleh motif-motif ekonomi untuk memperoleh kesempatan berperan membangun fasilitas tersebut. Dengan demikian, para "kompetitor" didorong untuk mencari dan menggunakan cara-cara pengelolaan, metode serta teknik yang paling baik sehingga penggunaan sumber daya benar-benar efektif dan efisien. Dalam rangka mencari cara pengelolaan

proyek yang dianggap paling baik inilah kemudian diperkenalkan manajemen proyek.

Relatif Baru

Meskipun proyek bukanlah sesuatu yang baru, mengelola kegiatan dengan menggunakan konsep manajemen proyek merupakan langkah yang relatif baru. Konsep ini dikembangkan secara intensif dan ilmiah sejak pertengahan abad ke-20. Langkah ini ditandai dengan menerapkan suatu pendekatan, metode, dan teknik tertentu pada pemikiran-pemikiran manajemen yang sebelumnya telah dikenal, dengan tujuan meningkatkan daya guna dan hasil guna sumber daya dalam rangka menghadapi kegiatan yang dinamis dan nonrutin, yaitu kegiatan proyek. Untuk mengetahui di mana letak dan bagaimana keterkaitan manajemen proyek dengan konsep-konsep manajemen terdahulu, terutama dengan manajemen klasik, maka pada Bab 2 ini diingatkan kembali garis besar konsep dan pemikiran manajemen tersebut. Pembahasan diawali dengan garis besar prinsip manajemen klasik dan bagaimana masukan serta pengaruh dari pemikiran manajemen tersebut pada manajemen proyek. Uraian ditutup dengan menyajikan berbagai penyesuaian fungsi-fungsi manajemen klasik yang dianggap penting untuk menghadapi kegiatan proyek.

1 Konsep dan Pemikiran Manajemen

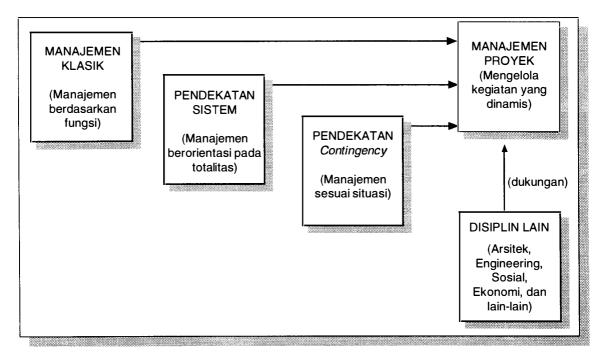
Dari sejumlah pemikiran manajemen modern, sedikitnya ada tiga yang berpengaruh besar dan berkaitan erat dengan konsep manajemen proyek. Ketiga pemikiran manajemen modern itu adalah manajemen klasik atau manajemen fungsional atau "general management", pemikiran sistem, dan pendekatan contingency. Manajemen klasik menjelaskan tugas-tugas manajemen

berdasarkan fungsinya, yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan. Seringkali dimasukkan pula fungsi staffing ke dalam manajemen klasik. Namun, banyak pendapat yang menganggap bahwa tugas ini telah termasuk dalam fungsi mengorganisir.

Pemikiran sistem adalah pemikiran yang memandang segala sesuatu dari wawasan totalitas. Metodologinya yang erat berhubungan dengan penyelenggaraan proyek adalah sistem analisis, sistem engineering, dan sistem manajemen. Sistem engineering mencoba menjelaskan proses terwujudnya suatu sistem, atau dengan kata lain mencoba menerangkan langkah-langkah yang harus dilalui untuk mewujudkan suatu gagasan menjadi sistem yang berbentuk fisik. Dengan demikian, sistem engineering menjadi sejajar dengan tujuan proyek, yaitu merealisasi gagasan menjadi kenyataan fisik, misalnya instalasi pabrik atau produk manufaktur. Adapun pendekatan contingency atau situasional pada dasarnya berpendapat bahwa tidak ada satu pun pendekatan manajemen terbaik yang dapat dipakai untuk mengelola setiap macam kegiatan. Atau dengan kata lain, teknik pengelolaan yang bekerja baik untuk suatu kegiatan tertentu tidak menjamin keberhasilan yang sama bagi kegiatan yang berbeda. Situasinya dapat berubah setiap waktu. Oleh karena itu, pengelolaan harus pula bersifat luwes (flexible). Masukan dan pengaruh berbagai pemikiran di atas dilukiskan pada Gambar 2-1.

Multidisiplin

Di samping konsep dan pemikiran ilmuilmu manajemen di atas, juga disadari bahwa manajemen proyek merupakan profesi multidisiplin dan bersifat kompleks yang tumpang tindih (overlaping) dengan disiplin lain, seperti ilmu teknik, sosial, dan ekonomi. Seberapa besar tumpang tindih dan dukungan tersebut bergantung pada sektor (industri, bidang atau area) yang sedang mengaplikasikan manajemen proyek. Misalnya, sektor pembangunan industri akan memerlukan banyak dukungan disiplin ilmu arsitek, engineering, dan konstruksi. Secara sederhana pengaruh dan masukan konsep dari ilmu di atas dapat dilihat pada Gambar 2-1.



Gambar 2-1 Masukan pada manajemen proyek dan keterkaitannya dengan berbagai pemikiran manajemen dan disiplin ilmu.

A. Manajemen Klasik atau Fungsional

Salah satu pemikir manajemen modern, Henry Fayol (1841-1925), seorang industrialis Perancis, adalah orang yang pertama menjelaskan secara sistematis bermacam-macam aspek pengetahuan manajemen dengan menghubungkan fungsi-fungsinya. Fungsi yang dimaksud adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan. Aliran pemikiran di atas kemudian dikenal sebagai manajemen klasik, manajemen fungsional atau "general management". H. Koontz (1982) memberikan definisi sebagai berikut:

"Manajemen adalah proses merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan kegiatan anggota serta sumber daya yang lain untuk mencapai sasaran organisasi (perusahaan) yang telah ditentukan."

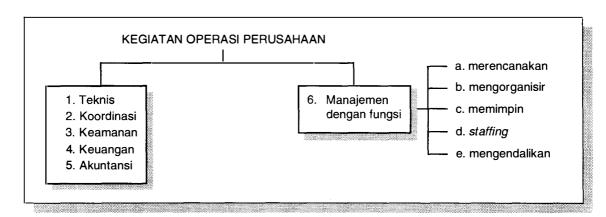
Yang dimaksudkan dengan *proses* ialah mengerjakan sesuatu dengan pendekatan tenaga, keahlian, peralatan, dana, dan informasi.

Latar Belakang Pemikiran

Pemikiran manajemen klasik berkembang pada jaman tumbuhnya industri modern dalam rangka mencari upaya menaikkan efisiensi dan produktivitas (hasil) pabrik pada umumnya dan tenaga kerja pada khususnya. Menurut H. Fayol, manajemen bukanlah bakat seseorang melainkan suatu kepandaian (skill) yang dapat dipelajari, yaitu dengan memahami teori serta prinsip-prinsip dasarnya. Manajemen klasik menggolongkan kegiatan operasi perusahaan menjadi 6 butir seperti terlihat dalam Gambar 2-2; butir nomor 6 membagi fungsi manajemen menjadi 5 fungsi.

Fungsi manajemen menurut pengertian di atas dapat diuraikan lebih lanjut sebagai berikut:

- Merencanakan Merencanakan berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan yang akan datang yang diperlukan untuk mencapai sasaran. Ini berarti langkah pertama adalah menentukan sasaran yang hendak dicapai, kemudian menyusun urutan langkah kegiatan untuk mencapainya. Berangkat dari pengertian ini maka perencanaan dimaksudkan untuk menjembatani antara sasaran yang akan diraih dengan keadaan atau situasi awal. Salah satu kegiatan perencanaan adalah pengambilan keputusan, mengingat hal ini diperlukan dalam proses pemilihan alternatif.
- Mengorganisir Mengorganisir dapat diartikan sebagai segala sesuatu yang berhubungan dengan cara bagaimana mengatur dan mengalokasikan kegiatan serta sumber daya kepada para peserta kelompok (organisasi) agar dapat mencapai sasaran secara efisien. Hal ini berarti perlunya pengaturan peranan masing-masing anggota. Peranan ini kemudian dijabarkan menjadi pembagian tugas, tanggung jawab, dan otoritas. Atas dasar pemba-



Gambar 2-2 Kegiatan operasi perusahaan dan fungsi manajemen menurut H. Fayol.

gian tersebut selanjutnya disusun struktur organisasi.

- Memimpin Kepemimpinan adalah aspek yang penting dalam mengelola suatu usaha, yaitu mengarahkan dan mempengaruhi sumber daya manusia dalam organisasi agar mau bekerja dengan sukarela untuk mencapai tujuan yang telah digariskan. Mengarahkan dan mempengaruhi ini erat hubungannya dengan motivasi, pelatihan, kepenyeliaan, koordinasi, dan konsultansi. Faktor lain yang perlu diperhatikan adalah gaya kepemimpinan yang hendak diterapkan karena berpengaruh besar terhadap keberhasilan dalam proses mencapai tujuan.
- Mengendalikan Mengendalikan adalah menuntun, dalam arti memantau, inengkaji, dan bila perlu mengadakan koreksi agar hasil kegiatan sesuai dengan yang telah ditentukan. Jadi, dalam fungsi ini, hasil-hasil pelaksanaan kegiatan selalu diukur dan dibandingkan dengan rencana. Oleh karena itu, umumnya telah dibuat tolok ukur, seperti anggaran, standar mutu, jadwal penyelesaian pekerjaan, dan lain-lain. Bila terjadi penyimpangan, maka segera dilakukan pembetulan. Dengan demikian, pengendalian merupakan salah satu upaya untuk meyakini bahwa arus kegiatan bergerak ke arah sasaran yang diingini.
- Staffing Staffing sering dimasukkan sebagai salah satu fungsi manajemen, tetapi banyak yang menganggap kegiatan ini merupakan bagian dari fungsi mengorganisir. Staffing meliputi pengadaan tenaga kerja, jumlah ataupun kualifikasi yang diperlukan bagi pelaksanaan kegiatan, termasuk perekrutan (recruiting), pelatihan, dan penyeleksian untuk menempati posisi-posisi dalam organisasi.

Prinsip Manajemen Klasik

Pemikiran manajemen klasik mencakup periode yang amat panjang dan dikembangkan sejak abad ke-19, sewaktu kegiatan perusahaan belum sebesar dan sekompleks saat ini. Dari sejarah terlihat bahwa penerapan manajemen klasik untuk operasi perusahaan dan industri amat besar peranannya dalam ikut mengantar kemajuan dan kebesaran

bidang tersebut sampai ke taraf dewasa ini. Adapun beberapa prinsip manajemen klasik yang penting di antaranya adalah seperti yang diuraikan berikut ini.

- Departementalisasi dan Spesialisasi Seperti telah disinggung, latar belakang pemikiran manajemen klasik adalah keinginan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam suatu usaha. Salah satu upaya untuk maksud tersebut adalah dengan membagi atau mengelompokkan kegiatan sejenis ke dalam satu wadah atau departemen. Oleh karenanya, struktur organisasi dalam manajemen klasik disusun sesuai tujuan tersebut, misalnya berdasarkan fungsi yang sejenis, produk yang semacam, atau lokasi teritorial. Pemisahan kegiatan usaha atas dasar fungsi organik mendorong para pimpinan bidang (departemen) yang bersangkutan untuk lebih memperhatikan masing-masing bidangnya dibanding usaha koordinasi yang menyeluruh (menyangkut semua departemen). Pembagian di atas akan mendorong timbulnya departemen atau bidang yang mempunyai tenaga spesialis dengan keahlian, latihan kerja, dan pengalaman yang dipersiapkan dan dipertahankan untuk jenis pekerjaan tertentu. Bila paket pekerjaan tertentu ini diserahkan kepada departemen tersebut, maka pekerjaan tersebut akan dapat diselesaikan secara efektif dan efisien. Contoh untuk ini di bidang manufaktur adalah sistem lini perakitan (assembly line).
- Struktur Piramida Organisasi disusun menurut struktur piramida vertikal yang berfungsi sebagai kesatuan yang terpadu. Struktur ini mengandung pengertian bahwa ukuran besar kecilnya kompetensi sebanding dengan tinggi rendahnya tingkatan di lapisan yang berjenjang dari organisasi tersebut. Dengan demikian, keputusan-keputusan dan arus kegiatan perusahaan mengalir turun-naik sesuai hierarki. Tanggung jawab serta wewenang untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan sebelumnya diberikan kepada mereka sesuai dengan posisi di jenjang hierarki. Semakin tinggi posisi, semakin besar wewenang untuk mengambil keputusan. Pelaksanaan dan penjabaran keputusan disampaikan ke bawah, sedangkan informasi dan laporan pelaksanaan diajukan ke atas melalui lapisan birokrasi.

- Otoritas dan Rantai Komando otoritas (wewenang) mengikuti komando vertikal, mengalir dari jenjang teratas sampai urutan terbawah. Bawahan menerima perintah dari dan melapor kepada hanya satu atasan. Bila bawahan harus melapor ke lebih dari satu atasan, maka akan timbul kebingungan. Wewenang pejabat terbatas pada batas-batas area (unit) yang bersangkutan atau didasarkan atas dokumen tertentu yang memberi penjelasan dan kewenangan khusus. Kegiatan dan tugas rutin sehari-hari dari para anggota tercermin pada bagan organisasi. Operasi sejenis di dalam organisasi berada di bawah satu pimpinan dengan program yang jelas dan konsisten. Misalnya, bidang logistik janganlah memiliki dua kepala bidang yang mungkin akan menerbitkan prosedur pembelian yang berbeda.
- Pengambilan Keputusan dan Disiplin Dalam hal pengambilan keputusan, titik berat diarahkan untuk membina pejabat eksekutif agar dapat diserahi tanggung jawab dalam mengambil keputusan. Pembinaan tersebut dilakukan melalui seleksi yang ketat, pendidikan dan pelatihan, termasuk penugasan di berbagai bidang agar mengetahui operasi dan macam-macam masalah yang dihadapi di dalam perusahaan secara menyeluruh. Hal ini akan menambah pengalaman bagi yang bersangkutan dan membuatnya lebih mantap dalam mengambil keputusan. Semua pihak dalam organisasi berkewajiban menghormati peraturan yang telah dibuat. Disiplin akan tumbuh dari hasil kepemimpinan yang baik, termasuk perhatian atas keinginan subordinat dan adanya penalti bila terjadi pelanggaran.
- *Lini dan Staf* Struktur organisasi manajemen klasik membedakan lini dan staf. Pejabat lini membuat keputusan-keputusan

- sesuai dengan wewenangnya, sedangkan anggota staf memberikan nasihat hasil dari pemikiran dan pengalamannya. Anggota staf tidak mempunyai wewenang mengeluarkan perintah kepada pejabat lini. Umumnya anggota staf berurusan dengan kegiatan yang bersifat keahlian atau spesialisasi.
- Hubungan Atasan–Bawahan Dengan pembagian otoritas yang berjenjang dan jalur pelaporan satu arah, maka hal ini berarti keberhasilan kegiatan tergantung pada hubungan antara atasan dengan bawahan. Bila hubungan formal tersebut terjalin secara sehat, maka potensi tercapainya sasaran perusahaan menjadi besar. Keleluasaan ruang gerak bagi bawahan untuk mengembangkan inisiatif dan menciptakan suasana tumbuhnya semangat kerja sama perlu mendapatkan perhatian dari pimpinan.
- Arus Kegiatan Horisontal Hubungan yang membuka arus kegiatan horisontal dalam manajemen klasik terselenggara dalam berbagai bentuk, seperti rapat koordinasi antardepartemen, pembentukan komite, dan panitia untuk membicarakan dan membagi pekerjaan yang sifatnya memerlukan koordinasi yang intensif. Jadi, dalam hal ini tidak dalam bentuk institusi resmi dalam struktur organisasi.
- Kriteria Keberhasilan dan Tujuan Tunggal Manajemen klasik cenderung memberikan tekanan pada tujuan tunggal, misalnya keuntungan perusahaan. Perkembangan dunia usaha dewasa ini menuntut agar di samping tujuan mencapai keuntungan, perlu diperhatikan pula faktor-faktor lain, seperti pelestarian lingkungan, harapan keikutsertaan masyarakat setempat untuk ikut memasok tenaga kerja dan material lokal.

Perilaku Proyek dan Pengelolaan yang Dituntutnya

Kritik-kritik dari pengamat ilmu manajemen serta praktisi di lapangan yang berurusan dengan penyelenggaraan proyek berpendapat bahwa penggunaan manajemen klasik yang telah berhasil mengelola kegiatan operasional rutin dengan lingkungan yang relatif stabil dirasakan kurang mampu atau tidak cukup efektif untuk mengelola suatu kegiatan proyek yang penuh dengan dinamika dan perubahan cepat sehingga hasilnya pun tidak akan optimal. Penyebab utamanya dapat dilacak dari perilaku kegiatan proyek yang berbeda dari kegiatan operasi rutin. Dalam Bab 1 telah dibahas pokok-pokok perilaku kegiatan proyek dibanding kegiatan operasional rutin. Di antara perilaku tersebut, yang besar pengaruhnya terhadap tuntutan pengelolaan diuraikan berikut ini.

A. Jenis dan Intensitas Kegiatan Cepat Berubah dalam Kurun Waktu yang Relatif Pendek

Kecuali proyek pembangkit listrik tenaga nuklir (PLTN), sebagian besar proyek berlangsung tidak lebih dari 4 tahun. Dalam periode tersebut, jenis dan intensitas kegiatan mengalami perubahan yang cepat. Kegiatan dimulai dari tahap konseptual, kemudian dilanjutkan dengan tahap definisi, dan diakhiri dengan tahap implementasi fisik. Setiap tahap mempunyai kegiatan yang bersifat dominan dengan intensitas yang pada awalnya menanjak dan berangsur turun menjelang akhir tahap yang bersangkutan. Sebagai contoh, studi kelayakan untuk tahap konseptual dan konstruksi untuk tahap implementasi. Gambar 1-3 (lihat halaman 7 Bab 1) memperlihatkan naik turunnya intensitas berbagai kegiatan sepanjang siklus proyek. Naik turunnya intensitas kegiatan mengandung arti bahwa di samping memperhatikan kekhususan di setiap tahap, pengelola juga harus cepat tanggap (responsif) terhadap perubahan yang terjadi. Perencanaan penyediaan sumber daya ataupun prosedur pemakaiannya harus dapat mengikuti irama naik turunnya intensitas ataupun perubahan jenis kegiatan dengan tepat. Tanggapan yang terlalu lambat ataupun terlalu cepat akan mengakibatkan pemborosan yang merugikan proyek.

Di samping mengelola kegiatan jangka pendek dengan intensitas dan jenis kegiatan yang berubah cepat tersebut, dibutuhkan pula metode dan teknik pemantauan, pengawasan, dan pengendalian yang cukup peka atau sensitif. Hal ini akan memungkinkan ditemukannya penyimpangan selagi masih dalam tahap awal sehingga masih tersedia waktu untuk mengadakan perbaikan sebelum berdampak besar.

B. Sifat Kegiatan yang Nonrutin dengan Sasaran Jelas dan Waktu Terbatas

Kegiatan nonrutin berarti dalam banyak hal belum dikenal. Hal ini terutama untuk perusahaan pemilik proyek yang jarang menyelenggarakan proyek. Bahkan bagi perusahaan engineering dan konstruksi pun masih ada hal-hal baru yang membedakan proyek satu dengan yang lain. Karena faktor tersebut, ditambah tekanan syarat yang ketat yang berkaitan dengan jadwal, mutu, dan biaya, maka kegiatan proyek memerlukan perhatian khusus dari perusahaan yang bersangkutan. Dalam hal ini diperlukan suatu pendekatan tertentu dari segi organisasi ataupun prosedural yang memungkinkan perhatian khusus tersebut terlaksana. Misalnya, dengan mengubah atau menambah jalur laporan dan komunikasi dalam organisasi perusahaan dan menunjuk individu sebagai penanggung jawab pelaksanaan. Adanya sasaran yang jelas, jadwal yang ketat, dan keberadaannya yang bersifat sementara, sering diartikan sebagai kegiatan yang bercorak program kilat (crash program) yang cenderung memprioritaskan pencapaian jadwal ketimbang sasaran yang lain. Sebetulnya bukan pengertian tersebut yang dimaksudkan, melainkan karena keterbatasan waktu maka perencanaan dan keputusan yang diambil hendaknya didasarkan atas analisis yang matang. Analisis yang matang dan keputusan yang tepat dalam waktu terbatas akan dapat terjadi bila ada perhatian khusus terhadap kegiatan tersebut. Seperti telah diutarakan di atas, hal ini akan lebih dimungkinkan bila ada individu yang mligi (dedicated) diserahi tanggung jawab sepenuhnya (full-time) untuk mengelola kegiatan yang dimaksud.

C. Sifat Kegiatan yang Bermacammacam serta Meliputi Berbagai Keahlian

Macam kegiatan proyek beraneka ragam, mulai dari pengkajian aspek ekonomi, masalah dampak lingkungan, desain-engineering, pembelian, manufaktur (konstruksi) sampai pada inspeksi dan uji coba produk, gedung atau instalasi yang selesai dibangun. Masingmasing kegiatan memerlukan tenaga ahli atau keahlian dari setiap disiplin ilmu yang bersangkutan. Selain itu, kegiatan-kegiatan tersebut satu dengan yang lain mempunyai keterkaitan yang spesifik. Dengan tujuan agar pengelolaan yang dihasilkan oleh suatu jalur komunikasi yang lebih pendek dapat efektif, sering sekali penanggung jawab proyek (pimpro) berkeinginan agar para spesialis tadi ditempatkan dalam satu wadah dan dipimpin oleh pimpro. Kecuali untuk proyek yang berjangka panjang atau memiliki arti khusus, pada umumnya keinginan ini tidak terlaksana karena tidak efisien bila dilihat dari kepentingan perusahaan secara keseluruhan. Ini akan mengakibatkan terpecahnya atau terjadinya fragmentasi penggunaan tenaga ahli yang seharusnya selalu dipupuk dan ditingkatkan kualitasnya. Peningkatan kualitas lebih dimungkinkan bila mereka tetap berada di departemennya masing-masing. Adanya "fragmentasi" yang ditandai dengan tersebarnya tenaga ahli ke berbagai kantor (lokasi) proyek dalam waktu yang relatif lama akan cepat mengurangi kemampuan departemen yang bersangkutan dan juga perusahaan untuk menangani proyek yang lain, yang mungkin datang pada waktu bersamaan. Untuk mengatasi hal ini, cara yang lazim ditempuh adalah mengusahakan penggunaan bersama (share) sumber daya atau tenaga ahli oleh beberapa proyek dari departemen fungsional, dengan membuka arus kegiatan horisontal.

D. Bersifat Multikompleks

Kompleksitas suatu proyek, di samping ditandai oleh banyaknya jenis dan jumlah kegiatan, juga ditandai oleh jumlah hubungan ke dalam dan ke luar dari organisasi-organisasi peserta proyek. Hubungan ke dalam adalah hubungan dengan departemen fungsional, mulai dari personalia, pemasaran, hubungan masyarakat sampai pada engineering, manufaktur, dan logistik. Semua ini merupakan bagian organisasi perusahaan yang langsung terlibat dalam penyelenggaraan proyek. Sedangkan hubungan ke luar adalah hubungan dengan subkontraktor, rekanan, instansi pemerintah, penyandang dana, dan lain-lain. Kompleksitas di atas "diperberat" dengan kenyataan adanya saling ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain. Misalnya, kegiatan A belum dapat dimulai sebelum kegiatan B yang dikerjakan oleh organisasi lain selesai. Dalam mengelola kegiatan demikian, diperlukan koordinasi dan integrasi yang intensif, karena bila tidak, dikhawatirkan sasaran proyek tidak akan tercapai. Satu saja mata rantai pekerjaan tersebut tidak sinkron, akan timbul dampak negatif terhadap hasil keseluruhan.

Keadaan yang digambarkan di atas dijumpai hampir di setiap proyek, terutama pada proyek-proyek berukuran sedang dan besar (mega). Untuk mengatasi masalah di atas, lazim diusahakan langkah-langkah sebagai berikut:

- Mengadakan rapat koordinasi atau kontak bentuk lain di antara pihak yang berkepentingan.
- Membentuk panitia ad-hoc dengan anggota yang terdiri dari wakil organisasi yang berkepentingan.
- Membuat prosedur dan peraturan kerja sama.
- Membuat rencana kerja dengan melibatkan mereka yang bersangkutan.

Meskipun langkah di atas telah dilakukan, seringkali hasil yang diperoleh tidak memuaskan. Oleh karena itu, pilihan yang dianggap tepat adalah dibentuknya institusi atau posisi permanen selama proyek berlangsung, yang berfungsi sebagai koordinator dan integrator agar kegiatan itu ditangani sebagai kesatuan utuh oleh individu yang memiliki tanggung jawab atas keberhasilan proyek secara keseluruhan.

E. Kegiatan Berlangsung Sekali Lewat dengan Kadar Risiko Tinggi

Hampir semua usaha mengandung risiko. Demikian juga halnya dengan proyek. Bahkan bagi sebuah proyek, gambaran risiko tinggi telah tampak sejak dari awal pengembangan, karena sebagian besar memunculkan proyek dimulai oleh suatu gagasan atau ide yang masih dalam bentuk konseptual. Dalam proses pengembangan proyek—dari ide sampai pada keputusan untuk mengadakan investasi atau implementasi-banyak dipergunakan asumsi-asumsi dan prakiraan karena memang belum terdapat cukup informasi dan data yang tersedia. Dengan demikian, risiko yang dikandungnya akan sebanding dengan asumsi dan prakiraan di atas. Risiko yang dihadapi ditambah oleh adanya kenyataan bahwa kegiatan proyek hanya berlangsung sekali lewat, mengikuti siklus kelangsungan proyek atau project life cycle. Makna dari suatu kegiatan yang berlangsung sekali lewat ialah tidak dikehendakinya adanya pengulangan karena akan mengakibatkan penambahan biaya dan melewati jadwal yang ditentukan. Untuk keperluan itu digunakan pendekatan sebagai berikut:

- Dilakukan pengkajian yang menyoroti semua aspek kelayakan proyek sebelum memasuki tahap implementasi.
- Pengkajian dilakukan tahap demi tahap. Pada setiap akhir tahap dilihat perlu tidaknya dilanjutkan tahap berikutnya. Bila masih dipandang perlu, dikeluarkan dana yang terbatas untuk pengkajian berikutnya saja. Dengan demikian, dicegah pengeluaran yang sekaligus berjumlah besar, sedangkan risiko kelangsungan proyek dalam arti terus atau dihentikan masih belum jelas benar.
- Untuk menghindari pengulangan diusahakan membuat perencanaan pekerjaan seteliti mungkin, dengan memakai metode sesuai keperluan, misalnya lingkup proyek diuraikan menjadi komponenkomponen, kemudian disusun kembali menurut logika ketergantungan.

Jadi, untuk menghadapi kegiatan sekali lewat diperlukan pendekatan pragmatis setapak-demi setapak, baru dilanjutkan ke tahap berikutnya bila menunjukkan prospek yang cukup cerah.

F. Peserta Mempunyai Multisasaran yang Seringkali Berbeda

Telah disinggung sebelumnya bahwa peserta proyek terdiri dari berbagai bidang, baik dari internal (pemasaran, engineering, keuangan, konstruksi, dan lain-lain) maupun eksternal (rekanan, subkontraktor, penyandang dana, dan lain-lain) perusahaan. Di samping mempunyai sasaran yang sama, para peserta ini juga mempunyai sasaran lain yang berbeda atau bahkan berlawanan dengan sasaran peserta lain. Misalnya, pemilik, kontraktor, dan rekanan sama-sama bertujuan menyukseskan proyek, tetapi pemilik menginginkan harga proyek yang rendah sedangkan kontraktor dan rekanan berusaha memperoleh laba setinggi mungkin. Berbeda dengan mengelola organisasi dengan tujuan tunggal (operasi pabrik), di sini pengelola berhadapan dengan gabungan dari berbagai organisasi atau bagian-bagiannya yang relatif mandiri, dengan multisasaran. Dalam keadaan demikian, pengelola hendaknya menggunakan pendekatan sistem agar kegiatan-kegiatan yang bersangkutan dapat terjalin menjadi satu sistem terpadu dengan prioritas tunggal, yaitu kepentingan proyek.

G. Waktu Mulai dan Penutupan

Mengingat periode berlangsungnya siklus proyek relatif pendek maka akan selalu ada kegiatan awal yang terjadi pada waktu mulai (initiating) dan pada waktu penutupan (closing), sehingga perlu suatu pengelolaan spesifik yang berkaitan dengan kegiatan tersebut. Keadaan ini berbeda dengan pengelolaan operasi rutin (on-going operation) yang meskipun juga mengenal masa awal dan akhir, jarak waktu yang memisahkannya sangat lama (umumnya puluhan tahun sesuai dengan umur perusahaan yang bersangkutan).

Pada konsep manajemen proyek, peristiwa tersebut dijelaskan sebagai berikut:

1. Proyek Inisiasi

Tahap ini menandai dan mengakui proyek mulai berlangsung. Peristiwa ini umumnya didahului oleh kegiatan studi kelayakan dan definisi keperluan lain-lainnya.

2. Penutupan atau Terminasi Proyek

Tahap ini adalah masa akhir siklus proyek yang ditandai dengan adanya kegiatan-kegiatan penyerahan hasil akhir proyek, seperti inspeksi dan testing akhir, prakomisi, start-up serta turnover.

Tabel 2-1 Beberapa perilaku dan fenomena kegiatan proyek dan pengelolaan yang diperlukan.

Perilaku dan Fenomena Kegiatan Proyek Tuntutan Pengelolaan dan Tanggapan untuk Mengatasinya a. Bersifat dinamis. Intensitas dan jenis kegiatan Cepat tanggap atas adanya perubahan. berubah dalam waktu relatif pendek. Metode pemantauan dan pengendalian harus sensitif. Perencanaan dan pengendalian terpadu. b. Nonrutin, belum dikenal, tetapi sasaran telah Perhatian khusus oleh tim yang berdedikasi di bawah pimpro. digariskan dengan jelas dalam waktu terbatas. c. Kegiatan bermacam ragam meliputi berma-Agar pemakaian sumber daya efisien dari cam keahlian dan keterampilan. segi perusahaan, perlu pemakaian bersama (share), digunakan organisasi matriks. d. Bersifat multikompleks. Melibatkan banyak Penanggung jawab tunggal, penekanan peserta dari luar dan dari dalam organisasi. pada koordinasi dan integrasi, pendekatan sistem dalam implementasi. e. Kegiatan berlangsung sekali lewat, dengan Pendekatan pragmatis, setapak demi risiko relatif tinggi. setapak, digunakan analisis sistem dalam perencanaan. f. Pelaksanaan kegiatan oleh banyak pihak, Untuk memperkecil hambatan birokrasi, bidang, atau organisasi. diciptakan arus kegiatan dan komunikasi horisontal. g. Organisasi peserta proyek sering mempunyai Bersifat joint venture. sasaran yang sama dan berbeda pada waktu yang bersamaan. Pendekatan manajemen sistem.

Proyek inisiasi dan terminasi meliputi kegiatan-kegiatan yang jenisnya spesifik. Artinya, banyak berbeda dengan kegiatan yang terjadi pada periode lain dari siklus proyek, dan karena itu memerlukan pendekatan pengelolaan tersendiri.

Ringkasan Perilaku Proyek dan Pengelolaan yang Diperlukan

Tabel 2-1 adalah ringkasan dari perilaku dan fenomena kegiatan proyek dengan tanggapan pengelolaan yang diperlukan.

2-3 Manajemen Proyek

Pembahasan di atas adalah identifikasi beberapa perilaku yang dominan dari kegiatan proyek yang menumbuhkan keharusan cara pengelolaan yang berbeda dari pengelolaan suatu kegiatan dengan lingkungan dan suasana yang relatif stabil seperti kegiatan operasi rutin. Cara pengelolaan tersebut kemudian dinamakan manajemen proyek. Sehubungan dengan itu dikenal berbagai batasan atau definisi, tergantung aspek apa yang ingin diberi penekanan. Salah satu di antaranya adalah dari H. Kerzner (1982) yang melihatnya dari wawasan manajemen berdasarkan fungsi dan bila digabungkan dengan

pendekatan sistem akan menjadi sebagai berikut:

"Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, ma ajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan herark (arus kegiatan) vertikal dan horisontal".

Dari definisi tersebut terlihat bahwa konsep manajemen proyek mengandung hal-hal pokok sebagai berikut:

- Menggunakan pengertian manajemen berdasarkan fungsinya, yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan yang berupa manusia, dana, dan material.
- Kegiatan yang dikelola berjangka pendek, dengan sasaran yang telah digariskan secara spesifik. Ini memerlukan teknik dan metode pengelolaan yang khusus, terutama aspek perencanaan dan pengendalian.
- Memakai pendekatan sistem (system approach to management).
- Mempunyai hierarki (arus kegiatan) horisontal di samping hierarki vertikal.

Penjelasan tersebut menunjukkan bahwa manajemen proyek tidak bermaksud meniadakan arus kegiatan vertikal atau mengadakan perubahan total terhadap manajemen klasik, tetapi ingin memasukkan (incorporated) pendekatan, teknik serta metode yang spesifik untuk menanggapi tuntutan dan tantangan yang dihadapi, yang sifatnya juga spesifik, yaitu kegiatan proyek.

A. Wawasan Proyek versus Fungsional: Suatu Perbandingan

Untuk lebih memperjelas apa yang telah diuraikan di atas, Tabel 2-2 memaparkan perbandingan antara wawasan manajemen proyek dengan manajemen fungsional yang mewakili pemikiran klasik untuk beberapa fenomena. Diambil perbandingan dengan

manajemen fungsional karena keberadaan dan fungsinya telah dikenal luas dan dapat dijumpai di hampir setiap badan usaha ataupun departemen di Indonesia sehingga akan mudah menangkap perbedaan dan persamaan antara keduanya.

B. Teknik dan Metode yang Bercorak Khusus

Beberapa teknik dan metode yang spesifik untuk menangani kegiatan proyek yang sampai derajat tertentu membedakannya dari manajemen klasik, di antaranya adalah seperti diuraikan sebagai berikut:

1. Merencanakan

Pada aspek perencanaan, baik manajemen proyek maupun klasik mengikuti hierarki perencanaan (sasaran-objektif-strategi-operasional). Namun, pada tahap operasional, manajemen proyek perlu didukung oleh suatu metode perencanaan yang dapat menyusun secara cermat urutan pelaksanaan kegiatan ataupun penggunaan sumber daya bagi kegiatan-kegiatan tersebut agar proyek dapat diselesaikan secepatnya dengan penggunaan sumber daya sehemat mungkin. Metode dan teknik yang dimaksud adalah sebagai berikut:

- Analisis jaringan kerja, seperti Metode Jalur Kritis (CPM), Teknik Pengkajian dan Telaah Proyek (PERT), dan Metode Preseden Diagram (PDM).
- Metode penyusunan perkiraan biaya proyek, dilakukan dengan bertahap, sesuai dengan keperluan dan informasi yang tersedia pada waktu yang bersangkutan, yang dikenal dengan perkiraan biaya pendahuluan (preliminary cost estimate), perkiraan biaya proyek (project budget), dan perkiraan biaya definitif (definitif estimate).

2. Mengorganisir

Dibuat susunan organisasi yang memacu terselenggaranya arus kegiatan horisontal ataupun vertikal, dengan tujuan dicapainya penggunaan sumber daya secara optimal. Untuk ini diusahakan agar penyusunan dilakukan dengan menggunakan susunan organisasi matriks. Dalam pada itu, diper-

Tabel 2-2 Wawasan manajemen proyek versus fungsional untuk beberapa fenomena menurut D. I. Cleland dan W. R. King (1993).

Fenomena	Wawasan Proyek (Manajemen Proyek)	Wawasan Fungsional (Manajemen Klasik)	
Lini-staf dikotomi.	 Hierarki lini-staf serta wewenang dan tanggung jawabnya tetap ada sebagai fungsi penunjang. 	 Fungsi lini mempunyai tanggung jawab tunggal untuk mencapai sasaran. 	
 Hubungan atasan dengan bawahan. 	 Manajer ke spesialis, kelompok dengan kelompok. 	 Merupakan dasar hubungan pokok dalam struktur organisasi. 	
Struktur piramida.	 Unsur-unsur rantai hubungan vertikal tetap ada, ditambah adanya arus kegiatan horisontal. 	Kegiatan utama organisasi dilakukan menurut hierarki vertikal.	
 Kerja sama untuk mencapai tujuan. 	 Joint venture para peserta, ada tujuan yang sama dan ada juga yang berbeda. 	 Kelompok dalam organisasi dengan tujuan tunggal. 	
Kesatuan komando.	 Manajer proyek mengelola, menyilang lini fungsional untuk mencapai sasaran. 	 Manajer lini merupakan pimpinan tunggal dari kelompok yang bertujuan sama. 	
Wewenang dan tanggung jawab.	 Terdapat kemungkinan tanggung jawab lebih besar dari otoritas resmi. 	 Tanggung jawab sepadan dengan wewenang. Integritas, tanggung jawab, dan wewenang terpelihara. 	
Jangka waktu.	 Kegiatan manajemen proyek berlang- sung dalam jangka pendek. Tidak cukup waktu untuk mencapai optimasi operasional proyek. 	 Terus-menerus dalam jangka panjang sesuai umur instalasi dan produk. Optimasi dapat diusaha- kan maksimal. 	

kenalkan pula WBS atau susunan rincian lingkup kerja yang "mempertemukan" pelaksana dengan paket yang hendak dikerjakan.

Satu catatan khusus mengenai arus horisontal, yaitu dasar pemikiran ini dimaksudkan untuk memperlancar proses pelaksanaan pekerjaan yang seringkali melibatkan sejumlah organisasi peserta proyek di luar dan di dalam perusahaan. Yang dimaksud dengan arus horisontal adalah pengelola proyek—dalam hal ini para manajer, tenaga ahli, pengawas, dan lain-lain yang berhubungan dengan kegiatan pelaksanaan proyek—yang dalam rangka melakukan tugasnya membuka hubungan atau komunikasi satu dengan yang lain agar arus kegiatan dapat mengalir secara horisontal. Ini dapat merupakan individu atau

kelompok (tim), antara tim inti proyek dengan departeman fungsional di dalam organisasi perusahaan, ataupun dengan organisasi dan bagian organisasi di luar perusahaan. Pertimbangannya adalah bila hanya memakai arus kegiatan vertikal (jalur vertikal), diperlukan waktu yang terlalu lama karena harus mengikuti prosedur birokrasi yang berlapis-lapis, yang semula dirancang dan diperlukan untuk kegiatan rutin operasional. Dengan adanya arus kegiatan horisontal, diharapkan pihak-pihak yang bersangkutan dapat membicarakan dan merundingkan langsung secara kontinu masalah yang dihadapi, termasuk tindak lanjut yang diperlukan demi keberhasilan pelaksanaan tugas-tugas yang diserahkan kepada mereka.

3. Memimpin

Pimpinan tunggal dari kelompok dan bagian organisasi diserahi tugas khusus (proyek). Jadi, dia memimpin tim dalam bentuk koordinasi dan integrasi yang arus kerjanya vertikal dan horisontal menyilang lini/struktur fungsional yang telah "ada" sebelumnya. Pada umumnya digunakan gaya kepemimpinan yang mengarah ke partisipasi, meskipun dalam beberapa situasi digunakan gaya orientasi ke tugas. Untuk melengkapi atau menambah otoritas resmi pimpro yang umumnya dianggap kurang dibanding tanggung jawabnya, maka harus dikembangkan expert power dan referent power.

Penanggung Jawab Tunggal

Karena sifat kegiatan proyek dan bentuk pengelolaan seperti telah diuraikan sebelumnya, perlu adanya satu titik tumpuan yang dapat bertindak sebagai

- Pusat sumber informasi bagi semua masalah yang berkaitan dengan proyek.
- Pelaku koordinasi dan tindak lanjut antara peserta proyek.
- Integrator dan pendorong agar kegiatankegiatan dikerjakan sesuai prioritas dan kepentingan yang lain dari proyek.
- Penanggunggugatan (accountability) terhadap pelaksanaan penyelenggaraan proyek.

Sebagai penanggung jawab tunggal ditunjuk manajer proyek (pimpro) atau yang setara dengannya.

Aspek Integrasi

Penekanan khusus fungsi kepemimpinan dalam manajemen proyek adalah sebagai integrator, terutama bila manajemen proyek ini beroperasi dengan memakai struktur organisasi matriks. Dalam struktur organisasi tersebut terlihat dengan jelas adanya ketergantungan teknis ataupun organisatoris antara pihak-pihak peserta, baik dari dalam maupun luar organisasi. Sebagian besar dari mereka tidak berada di bawah komando pimpro. Bila kadar ketergantungannya cukup besar, maka diperlukan langkah integrasi yang intensif agar kegiatan bisa menjadi sinkron dan tidak terlepas sendiri-sendiri.

4. Mengendalikan

Dalam kegiatan proyek, diperlukan adanya keterpaduan antara perencanaan dan pengendalian yang relatif lebih erat dibanding dengan kegiatan yang bersifat rutin. Untuk itu perlu digunakan metode yang sensitif, artinya dapat mengungkapkan atau mendeteksi penyimpangan sedini mungkin. Metode yang dimaksud, misalnya konsep *earned value* dan C/S-CSC.

5. Menggunakan Pendekatan Sistem

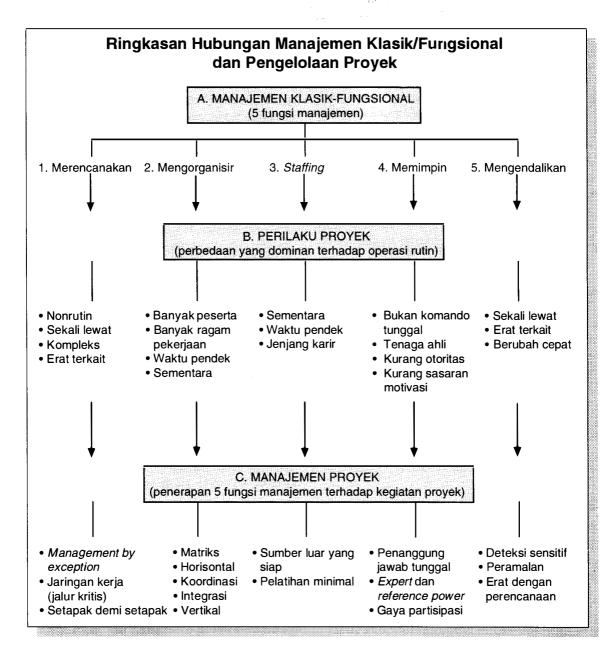
Pendekatan ini menekankan bahwa proyek adalah bagian dari siklus sistem yang lengkap. Dengan demikian, penanganannya hendaknya mengikuti metodologi sistem. Misalnya, pada tahap konseptual dan PP/Definisi dipakai analisis sistem sebagai sarana dalam mengambil keputusan. Untuk mewujudkan gagasan menjadi kenyataan fisik dipakai engineering sistem, sedangkan pada tahap implementasi dipakai manajemen sistem. Manajemen sistem ditandai oleh upaya mencapai keberhasilan total sistem, bukan unsur-unsurnya. Sebagai contoh, upaya optimasi keluaran (output) sistem (perusahaan)—bukan subsistem seperti departemen logistik, departemen keuangan, manufaktur, atau yang lain-lainnya.

Butir-butir di atas akan merupakan bahan kajian utama pada bab-bab yang membahas organisasi, kepemimpinan dan metode perencanaan dan pengendalian, serta konsep pemikiran sistem.

Pada Gambar 2-3 dijabarkan 5 fungsi manajemen klasik (A) yang pada dasarnya dirancang untuk mengelola kegiatan operasi rutin dengan keadaan yang relatif stabil, kemudian 5 fungsi itu dihadapkan pada perilaku kegiatan proyek (B). Karena sifat dan perilaku kegiatan proyek berbeda dengan kegiatan operasional rutin, maka penerapan 5 fungsi tersebut memerlukan penyesuaian, seperti digunakannya pendekatan-pendekatan, teknik, serta metode yang disebut di atas (C).

6. Pendekatan Contingency atau Situasional

Para pemikir masalah manajemen yang mengamati aplikasi teori-teori manajemen



Gambar 2-3 Ringkasan hubungan manajemen fungsional dengan manajemen proyek.

yang efektif untuk situasi tertentu tidak memberikan hasil sesuai dengan harapan untuk situasi lain. Dengan kata lain, teknik pengelolaan yang bekerja dengan baik bagi suatu kegiatan tidak menjamin keberhasilan yang sama bagi kegiatan yang berbeda. Dengan latar belakang hasil pengamatan tersebut, timbul pendekatan yang dikenal sebagai pendekatan contingency yang menyatakan bahwa tugas manajemen adalah

mengidentifikasi teknik dan metode mana yang harus digunakan untuk menangani suatu kegiatan pada waktu dan kondisi tertentu untuk mencapai tujuan perusahaan dengan efektif dan efisien. Hal ini berarti manajer hendaknya memiliki pengetahuan luas tentang berbagai pemikiran atau teori manajemen, mendalami bermacam teknik dan metode yang bersangkutan serta kapan dan dalam situasi apa harus diterapkan. Banyak kritik yang

mengatakan bahwa pendekatan kontinjensi tidak memberikan petunjuk langkah-langkah spesifik untuk menanggapi berbagai situasi yang dihadapi. Meskipun demikian, bagi penyelenggaraan proyek, pengertian dasar bahwa kegiatan harus dikelola berdasarkan tuntutan situasi yang dominan pada waktu itu dan tidak "kaku" dengan hanya mengikuti satu macam pendekatan merupakan hal yang amat berguna untuk diperhatikan karena ini sesuai dengan perilaku kegiatan proyek itu sendiri.

C. Evolusi Manajemen Proyek

Perumusan dan pelaksanaan manajemen proyek tidak langsung selengkap dan secanggih apa yang dikenal dewasa ini, tetapi mengalami pertumbuhan setapak demi setapak. Suatu penelitian perihal perkembangan manajemen proyek, khususnya yang berkaitan dengan organisasi, telah dilakukan oleh Keith Davis terhadap berbagai perusahaan. Ia mempelajari bermacam organisasi yang oleh perusahaan yang bersangkutan diberi nama sebagai organisasi manajemen proyek. Dari penelitian tersebut ia mengidentifikasi empat jenis organisasi berikut.

Ekspeditor Proyek

Ekspeditor proyek tidak melaksanakan fungsi manajer, tetapi mengerjakan dua fungsi pokok, yaitu:

- Sebagai "ekspeditor pekerjaan".
- Sebagai pusat komunikasi penyelenggaraan proyek.

Ekspeditor menjelaskan "bahasa" dan aspek teknik yang kompleks menjadi parameter yang perlu diketahui oleh pimpinan dan mereka yang berkepentingan seperti biaya, jadwal, mutu, harga barang, dan situasi umum proyek. Sebagai pusat komunikasi, ekspeditor proyek siap menjawab pertanyaan dan memberikan informasi kemajuan proyek dan masalah lain kepada stake holder.

Koordinator Proyek

Koordinator proyek adalah pimpinan staf dan mempunyai kebebasan untuk bertindak dan bertanggung jawab atas tindakannya. Ia melaksanakan kepemimpinannya melalui prosedur, bukan otoritas lini.

Konfederasi Proyek

Mempunyai fungsi manajemen, seperti merencanakan, mengorganisir, memimpin, melakukan motivasi, dan mengendalikan kegiatan proyek, termasuk juga pekerjaan ekspeditor dan koordinator. Meskipun demikian, konfederasi proyek belum memiliki otoritas lini secara penuh.

Manajemen Proyek

Di sini manajer proyek mempunyai wewenang penuh untuk memimpin penyelenggaraan proyek. Di samping itu, ia memiliki jalur kontak yang luas, baik ke dalam maupun ke luar, seperti ke pemimpin perusahaan yang bersangkutan, kontraktor, rekanan, subkontrak dan lain-lain. Beberapa perusahaan atau badan menggunakan bentuk organisasi di atas sesuai dengan perkembangan usahanya. Meskipun saat ini manajemen proyek dianggap telah tumbuh ke tingkat "kedewasaan", ini bukan berarti bahwa bentuk awalnya tidak dijumpai lagi. Bab 13 membahas lebih lanjut struktur organisasi proyek yang sering digunakan.

D. Kapan Manajemen Proyek Digunakan

Sampai sejauh ini telah dibahas konsep manajemen proyek dan kaitannya dengan manajemen klasik yang dijumpai pada perusahaan-perusahaan yang menangani kegiatan operasional secara rutin. Sedangkan untuk kegiatan proyek, diperkenalkan konsep manajemen proyek. Dalam hubungan ini D. I. Cleland dan W. R. King berpendapat lebih jauh, yaitu menyarankan agar dipertimbangkan untuk menggunakan manajemen proyek bila menghadapi situasi sebagai berikut:

• Menyangkut Reputasi Perusahaan Bila keberhasilan atau pelaksanaan (implementasi) suatu kegiatan berpengaruh besar terhadap reputasi perusahaan, maka dianjurkan untuk menggunakan manajemen proyek. Pendekatan ini memungkinkan mobilisasi tenaga dan sumber daya lain secara efektif.

- Derajat Keterkaitan dan Ketergantungan yang Amat Besar Bila tujuan usaha harus dicapai dengan melaksanakan tugas-tugas yang memerlukan kerja sama erat dari berbagai bidang internal ataupun eksternal organisasi, maka akan terasa perlunya arus horisontal dan penanggung jawab tunggal yang merupakan unsur penting manajemen proyek.
- Besarnya Ukuran Kegiatan (Usaha) Bilamana volume kegiatan suborganisasi secara substansial melebihi beban normal pada kurun waktu tertentu sehingga untuk melak-

sanakannya memerlukan tambahan sumber daya, maka pendekatan pengelolaan dengan manajemen proyek berguna untuk dipertimbangkan agar penggunaan sumber daya dapat efektif dan efisien dipandang dari segi perusahaan secara menyeluruh.

Keadaan di atas tidak hanya dijumpai pada kegiatan proyek (yang secara definisi berlangsung dalam waktu yang relatif singkat), tetapi juga pada kegiatan-kegiatan lain, misalnya program swasembada pangan, keluarga berencana, pengentasan kemiskinan, dan lain-lain yang berlangsung bertahuntahun dalam jangka panjang.

RINGKASAN

- Manajemen proyek tumbuh karena dorongan mencari pendekatan pengelolaan yang sesuai dengan tuntutan dan sifat kegiatan proyek, suatu kegiatan yang dinamis dan berbeda dengan kegiatan operasional rutin.
- Dinamika dan perilaku proyek yang berpengaruh besar terhadap pengelolaan adalah nonrutin, waktunya relatif pendek, aneka ragam kegiatan dengan intensitas naik turun secara tajam dan melibatkan multiorganisasi dan banyak peserta.
- Berbagai pemikiran manajemen yang ada berpengaruh besar terhadap konsep manajemen proyek, beberapa di antaranya adalah manajemen klasik, pemikiran sistem, dan pendekatan kontinjenci (situasional).
- Manajemen klasik yang sesuai untuk menangani kegiatan operasional rutin dianggap kurang cepat dalam menanggapi tuntutan dan perilaku kegiatan proyek. Untuk itu diperlukan berbagai penyesuaian seperti melembagakan arus kegiatan horisontal.
- Konsep manajemen proyek menginginkan adanya penanggung jawab tunggal yang berfungsi sebagai pusat sumber informasi yang berkaitan dengan proyek, integrator, dan koordinator semua kegiatan dan peserta sesuai kepentingan dan prioritas proyek.
- Konsep manajemen proyek juga bertujuan menciptakan keterkaitan yang erat antara perencanaan dan pengendalian. Hal ini terutama disebabkan cepatnya perubahan kegiatan dan berlangsung hanya sekali.
- Perumusan dan pelaksanaan konsep manajemen proyek melalui evolusi yang bertingkattingkat dimulai dari ekspeditor, koordinator, sampai menjadi bentuk seperti yang saat ini kita jumpai.

SOAL LATIHAN

1. Sejak dahulu telah dikenal adanya proyek besar dan kompleks seperti membangun candi, piramida dan istana, sehingga penanganannya bukan merupakan hal baru. Apakah perbedaannya dengan jaman kini sehingga perlu dicari pendekatan pengelolaan yang mendorong timbulnya ilmu manajemen proyek?

- 2. Kegiatan proyek (E-MK) bertujuan mewujudkan gagasan menjadi bentuk fisik, seperti fasilitas produksi atau produk baru. Sedangkan kegiatan operasi bermaksud mendayagunakan fasilitas atau produk hasil proyek. Dengan latar belakang demikian, identifikasikanlah perbedaan penekanan terhadap berbagai aspek pengelolaan yang diperlukan!
- 3. Manajemen klasik atau *general management* dianggap kurang efektif menanggapi kegiatan proyek. Mengapa demikian? Dalam hal-hal apa kekurangan tersebut terlihat jelas?
- 4. Konsep manajemen proyek tersusun setelah pemikiran-pemikiran manajemen terdahulu diterapkan dalam pengelolaan berbagai kegiatan. Berikan contoh masukan pemikiran terdahulu yang dominan terhadap manajemen proyek dan jelaskan sejauh mana pengaruhnya!
- 5. Apakah yang dimaksud dengan arus horisontal? Apa tujuannya dan bagaimana mekanisme bekerjanya?
- 6. Mengapa aspek koordinasi dan integrasi mendapat penekanan utama dalam penyelenggaraan proyek lebih daripada pengelolaan kegiatan rutin? Uraikan jawabannya!
- 7. Dalam sejarah perkembangan manajemen proyek dikenal adanya kedudukan seperti ekspeditor proyek, koordinator proyek, dan pemimpin proyek. Jelaskan fungsi mereka masing-masing! Dalam organisasi proyek yang dikenal saat ini, fungsi tersebut dipegang oleh siapa?
- 8. Terdapat tumpang tindih (overlaping) berbagai komponen disiplin ilmu "general management" dan manajemen proyek. Sebutkan dan jelaskan!

Profesi dan Area Ilmu Manajemen Proyek

enyadari semakin meluasnya aplikasi manajemen proyek (MP) dalam dunia usaha, industri, dan bidang-bidang lain dewasa ini, timbul pemikiran perlunya suatu kodefikasi dan standardisasi yang berkaitan dengan profesi MP. Maksud ini bukan didorong oleh kurangnya kualitas penyelenggara proyek dalam praktek di lapangan, melainkan lebih ditujukan pada usaha memudahkan mereka yang hendak menekuni profesi MP dan juga pemakai jasa MP. Umumnya pimpro dan tim proyek mempunyai latar belakang pendidikan dan pengalaman yang cukup sebelum bertugas mengelola proyek. Mereka masing-masing membawa konsep profesi dari bidang teknis dan disiplin ilmu serta pengalaman implementasinya dipekerjakan sebelumnya ke dalam area manajemen proyek. Di sinilah dasar timbulnya pemikiran di atas, yaitu tidak adanya standar dan kode profesi yang memberikan batasan perihal manajemen proyek sehingga J. R. Adams (1994) mengemukakan sebagai berikut:

"Pada kenyataannya, siapa saja, terlepas dari pengalaman kerjanya, tidak pandang latar belakang pendidikan akademisnya, dapat menjadi pimpro dengan sekadar mengklaim titel tersebut."

Meskipun cenderung menyederhanakan masalah, pernyataan tersebut merupakan cermin peristiwa yang sering terjadi pada penyelenggaraan proyek.

Porsi Penguasaan Komponen Teknis

Sampai pada waktu ini pengalaman menunjukkan bahwa umumnya (bagi nonproject oriented company) para pimpro dan pelaku proyek yang lain tidak mempunyai persiapan untuk mengelola atau menduduki jabatan proyek. Biasanya persoalan berawal dari pucuk pimpinan perusahaan dengan adanya penambahan kegiatan baru atau perbaikan fasilitas yang telah ada yang harus dikerjakan sebagai proyek. Kemudian pemimpin menunjuk seseorang sebagai penanggung jawab karena alasan sebagai berikut:

- Memiliki keahlian teknis sesuai dengan lingkup kerja proyek, misalnya seorang insinyur sipil untuk proyek mendirikan kantor.
- Tersedia pada saat itu, yaitu pada waktu diperlukan.
- Manajer lini berpengalaman yang diharapkan mampu memecahkan masalah manajerial yang mungkin timbul.
- Memiliki indikasi bersedia menghadapi berbagai tantangan.

Jadi, karir pimpro dan para pelaku penting umumnya mengikuti urutan di atas. Artinya, tidak ada perencanaan nyata ataupun latihan dan pendidikan formal bagi mereka untuk profesi MP, kecuali bekal pengetahuan teknis dari disiplin ilmu yang merupakan porsi dominan dari lingkup kerja proyek yang hendak ditangani. Sesungguhnya dengan persiapan yang lebih matang dalam aspek penguasaan ilmu manajemen proyek, mereka akan dapat menyelesaikan tugasnya lebih baik dan melakukan lebih sedikit kesalahan pada waktu menjadi pimpro untuk pertama kali, sehingga dapat dihindari pemborosan waktu, tenaga dan sumber daya. Bab 3 akan menyoroti masalah tersebut, diawali dengan pembahasan berbagai atribut yang diperlukan suatu profesi, dilanjutkan dengan mengetengahkan usaha penyusunan "Project Management Body of Knowledge" (PM-BOK) oleh Project Management Institute (PMI) A.S. berikut perumusan 9 bidang ilmu yang menjadi komponennya.

Manajemen Proyek sebagai Profesi

Profesi adalah suatu kejuruan yang memerlukan pendidikan dan latihan serta melibatkan kecakapan intelektual. Banyak profesi di masyarakat yang telah diakui secara formal, seperti akuntan, ekonom, dokter, pengacara, insinyur, dan lain-lain. Profesi tersebut dibedakan satu dengan yang lain atas dasar macam pendidikan dan penguasaan disiplin ilmu dan latihan yang telah ditempuh dan diselesaikan sebelum memberikan pelayanan kepada masyarakat. Sifat pelayanan profesi bervariasi. Dokter atau pengacara mempunyai kontak langsung dengan pelanggan, sedangkan insinyur atau ekonom umumnya digaji oleh badan atau perusahaan tempat mereka bekerja. Langkah penting untuk mendapat pengakuan masyarakat atas profesi adalah memiliki "lisensi" oleh otoritas atau badan resmi yang dibentuk untuk maksud tersebut. Maksud adanya lisensi ini memberi tanda bahwa pemegangnya telah kompeten dalam bidangnya. Dengan bertambah besarnya macam jasa dan produk yang dihasilkan oleh perkembangan dunia modern, tumbuh kecenderungan yang bertambah besar akan perlindungan terhadap pemakai jasa dan konsumen yang menyebabkan kompetisi, maka beberapa kalangan perkumpulan profesi telah memperkenalkan ide sertifikasi sebagai salah satu jalan untuk melindungi pemakai jasa dan juga mengakui pemilik profesi. Sertifikasi umumnya dikeluarkan dan diadministrasikan oleh perkumpulan profesi yang bersangkutan atau badan pemerintah yang berwenang, setelah memenuhi bermacam persyaratan seperti pendidikan, pengalaman, dan ujian. Umumnya masyarakat pemakai pelayanan tersebut menilai dan menerima status profesi dengan melihat sertifikat yang dimilikinya dari lembaga yang berwenang sebagai tanda pengakuan formal. Bila dikaji sifat dan "magnitude" peranan serta kontribusi MP dalam mewujudkan gagasan menjadi kenyataan fisik, misalnya produk atau instalasi hasil kegiatan proyek suatu kegiatan yang kompleksitas ragam dan jumlahnya semakin meningkat sesuai dengan dimensi dan kecanggihan produk yang diinginkan—maka wajarlah kalau profesi MP dikodefikasi, distandardisasi dan disertifikasi sebagaimana profesi lain tersebut di atas.

-2 Atribut Suatu Profesi

Disiplin ilmu manajemen proyek adalah ilmu manajemen, yaitu pengetahuan untuk mengelola suatu kegiatan. Dalam hal ini kegiatan tersebut bersifat spesifik, yaitu berbentuk proyek. Atau lebih luas lagi, mengelola dinamika perubahan (management of change). Sebagai ilmu manajemen, profesi MP berkaitan erat dengan fungsi merencanakan, memimpin, mengorganisir, dan mengendalikan berbagai kegiatan proyek yang seringkali sarat dengan kandungan disiplin ilmu arsitektur, engineering, akuntansi, keuangan, dan lain-lain. Jadi, perbedaan antara profesi MP dengan profesi-profesi tersebut di atas terletak pada konteks penyelenggaraan proyek.

Sebagaimana layaknya suatu profesi formal, profesi manajemen proyek juga harus memiliki berbagai atribut, seperti *body of*

knowledge, standard of entry, code of conduct, dan lain-lain.

a. Body of Knowledge

Body of knowledge (BOK) adalah atribut yang berkaitan dengan konsep dan prinsip unik profesi yang bersangkutan. Ini kemudian didokumentir, dikodefikasi, dan distandardisasi sehingga dapat dipelajari dan diajarkan di lembaga pendidikan formal, kemudian dipakai sebagai pegangan dalam praktek di lapangan. Misalnya, BOK disiplin ilmu kedokteran diajarkan dan dipelajari di lembaga pendidikan kedokteran. Sertifikat yang dikeluarkan memberikan keterangan bahwa individu pemegangnya telah pernah mengikuti dan menamatkan pendidikan dan latihan di lembaga tersebut.

b. Kode Etik

Atribut ini umumnya dimiliki oleh setiap macam profesi, untuk dipakai sebagai pegangan/petunjuk yang berkaitan dengan tingkah laku yang benar bagi profesi yang bersangkutan. Untuk proyek dilampirkan di Apendiks VII (pada buku Jilid 2) yang disusun oleh PMI – USA.

c. Standard of Entry

Atribut ini menetapkan standar minimum bagi mereka yang dapat diakui sebagai pemegang/pemilik profesi yang bersangkutan. Standar tersebut memberi batasan tentang pendidikan formal, pelatihan dan ujian (testing) sebelum dapat diberikan sertifikat

sebagai pengakuan formal atas penguasaan ilmu dari profesi yang bersangkutan.

d. Organisasi yang Mendukung

Bagi pembentukan profesi baru diperlukan suatu badan atau organisasi yang mendukung (sanctioning organization). Badan ini memberikan pimpinan, merumuskan standar, melakukan penelitian dan berfungsi sebagai pusat komunikasi dan koordinasi bagi mereka yang berkepentingan dengan profesi yang sedang dikembangkan. Di antara tugasnya yang terpenting adalah meningkatkan pengertian yang lebih baik kepada masyarakat dan juga pemegang profesi mengenai maksud dan tujuan dari profesi yang bersangkutan.

3-3 Konsep Manajemen Proyek oleh PMI

PMI (Project Management Institute) di Amerika Serikat sejak tahun 1981 dan beberapa institusi di negara-negara lain seperti INTERNET (International Project Management Association) di Eropa telah merintis program dan langkahlangkah untuk menyusun dan memenuhi atribut di atas dengan sasaran berikutnya sertifikasi profesi manajemen proyek. Mengingat banyaknya macam, kompleksitas dan ukuran proyek, dapat dipahami bagaimana sulitnya menyusun suatu PM-BOK yang berusaha menampung demikian banyak variabel. Sebagai contoh, PMI memerlukan waktu yang panjang (± 10 tahun) untuk menyiapkan satu "Project Management Body of Knowledge". Ini pun masih terbuka untuk menampung saran-saran suatu perbaikan. Agar lebih mudah memahami perumusan PM-BOK dari PMI maka perlu diketahui definisi yang menjadi latar belakangnya, yakni sebagai berikut:

"Manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan, yaitu lingkup, mutu, jadwal, dan biaya serta memenuhi keinginan para stake holder."

Berbeda dengan definisi H. Kerzner (dibahas dalam Bab 2) yang menekankan hubungannya dengan manajemen fungsional/ klasik, definisi PMI condong menekankan hubungannya dengan langkah-langkah yang diperlukan untuk memenuhi keinginan stake holder, serta ilmu pengetahuan yang diperlukan untuk mengelola proyek. Dalam hal ini yang dimaksud dengan stake holder terdiri dari individu atau organisasi yang secara aktif terlibat dalam proyek, seperti pemilik, sponsor, penyandang dana, kontraktor, rekanan, bangunan proyek. Mudah dimengerti bahwa seringkali mereka mempunyai harapan atau keinginan yang berbeda, bahkan bertentangan dengan yang lalu. Oleh karena itu, pengelola proyek harus dapat menyeimbangkan tuntutan yang berbeda-beda tersebut, terutama dalam masalah-masalah biaya, mutu, jadwal, dan sasaran yang lain.

A. Hubungan dengan Disiplin Ilmu Manajemen yang Lain

Sama halnya dengan para pemerhati atau pemikir manajemen proyek yang lain, PMI

juga mengidentifikasi adanya tumpang tindih antara ilmu dan "practices" manajemen lain (seperti, manajemen fungsional/klasik atau "general management" yang dipakai untuk mengelola kegiatan operasional rutin dengan manajemen proyek, seperti fungsi-fungsi merencanakan, mengorganisir, memimpin, staffing, dan mengendalikan. Hubungan tumpang tindih ini terutama dirasakan dan diperlukan pada aspek pengelolaan sumber daya manusia (kepemimpinan, motivasi, komunikasi, dan negosiasi). Dalam pada itu, perlu diperhatikan bahwa manajemen fungsional memberikan dasar-dasar ilmu tempat manajemen proyek dikembangkan.

B. Area Ilmu Manajemen Proyek

Telah disebutkan di muka, area ilmu manajemen proyek (PM-BOK) adalah suatu dokumen yang menjelaskan sejumlah ilmu (knowledge area) yang berada dalam lingkup profesi manajemen proyek. PM-BOK tersebut berlaku untuk semua jenis proyek dengan pengertian bahwa penerapannya harus disesuaikan dengan jenis ataupun ukuran proyek yang bersangkutan.

C. Batasan PM-BOK

Dalam menyusun PM-BOK, PMI menggunakan batasan sebagai berikut:

- Banyak body of knowledge manajemen fungsional atau general management harus diakui merupakan prerequisite dari manajemen proyek tetapi tidak dimasukkan sebagai komponen PM-BOK, kecuali bila aspek pengetahuan yang bersangkutan merupakan bagian integral dari proses manajemen proyek.
- PM-BOK tidak memasukkan area ilmu disiplin lain, profesi atau perincian ilmu pengetahuan industri yang spesifik, kecuali bila aspek di atas merupakan bagian dari proses manajemen proyek.
- PM-BOK tidak memasukkan ilmu pengetahuan, teknologi atau kecakapan yang hanya terbatas untuk satu jenis industri atau teknologi tertentu.
- PM-BOK tidak memasukkan bagian terbesar disiplin "service", kecuali bila

- disiplin tersebut berlaku untuk kebanyakan proyek.
- PM-BOK harus menekankan ilmu pengetahuan, keterampilan dan teknik yang bersifat unik terhadap manajemen proyek, atau yang kegunaannya bersifat mendasar untuk melaksanakan proses manajemen proyek.
- Terdapat banyak keperluan yang bersifat tumpang tindih dengan "BOK" dari disiplin ilmu atau profesi lain, sehingga pimpro dan stafnya harus mengidentifikasi dan menguasai BOK disiplin ilmu yang berkaitan dengan proyek spesifik yang akan atau sedang dikelola.

Dengan memperhatikan batasan di atas, tersusunlah PM-BOK seperti terlihat pada Gambar 3-1 dengan keterangan sebagai berikut; PM-BOK terdiri dari 1 kerangka kerja (frame work), 4 komponen inti (core functions), dan 4 komponen pendukung (supporting functions).

- Kerangka kerja terdiri dari:
 - Pengelolaan integrasi
- 2. Komponen inti terdiri dari:
 - Pengelolaan lingkup proyek
 - Pengelolaan waktu atau jadwal
 - Pengelolaan biaya
 - Pengelolaan kualitas atau mutu
- 3. Komponen pendukung terdiri dari:
 - Pengelolaan sumber daya manusia (SDM)
 - Pengelolaan risiko
 - Pengelolaan pengadaan/kontrak
 - Pengelolaan komunikasi

Kerangka Kerja

Pengelolaan integrasi adalah proses yang diperlukan agar komponen kegiatan dan peserta proyek dapat terkoordinasikan sebagaimana mestinya. Ini dianggap sebagai kerangka penting pada pengelolaan proyek secara keseluruhan.

Komponen Inti

Dalam Bab 1 telah disebutkan bahwa 4 komponen inti seperti di atas merupakan sasaran proyek yang terkait satu dengan yang lain selama siklus proyek. Dari perspektif pemilik dan pelaksana, keempatnya dapat berfungsi sebagai parameter yang harus dipenuhi sekaligus sebagai rintangan yang perlu diperhitungkan. Bagi mereka, keberhasilan atau kegagalan penyelenggaraan proyek dapat ditelusuri dengan melihat sejauh mana sasaran tersebut dapat dicapai.

Komponen Pendukung

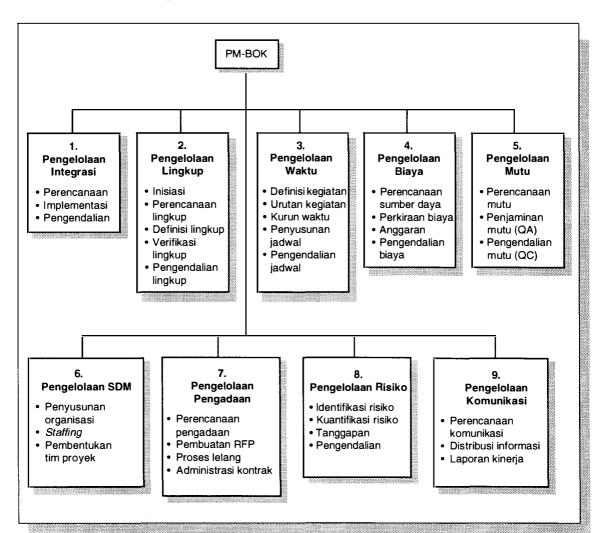
Keempat komponen pendukung yang terdiri dari pengelolaan-pengelolaan SDM, risiko, pengadaan/kontrak, dan komunikasi adalah fungsi pendukung dalam arti semuanya merupakan sarana yang tidak dapat ditinggalkan untuk mencapai fungsi inti.

Pengelolaan Integrasi

Pengelolaan integrasi adalah proses yang bertujuan agar berbagai unsur kegiatan proyek terkoordinasi dan terintegrasi sebagaimana mestinya. Langkah-langkah yang diperlukan adalah sebagai berikut:

1. Menyusun Perencanaan (Plan Development)

Perencanaan proyek diperlukan untuk pegangan kegiatan implementasi, komunikasi para pelaksana dan stakeholder, serta dipakai sebagai tolok ukur pengendalian (progress measurement baseline). Output dari langkah ini adalah perencanaan dan yang terpenting di antaranya adalah sebagai berikut:



Gambar 3-1 Delapan komponen knowledge area PM-BOK dari PMI (1994).

- Definisi lingkup dan strategi penyelenggaraan.
- Keterangan garis besar biaya, jadwal, dan mutu proyek.
- Organisasi dan perencanaan personil.
- Rencana implementasi proyek (RIP).

Salah satu tolok ukur pengendalian penting yang juga dikerjakan pada langkah ini adalah menyusun *control budget* dan jadwal induk serta meletakkan dasar spesifikasi dan kriteria mutu proyek.

2. Melaksanakan Hasil Perencanaan (Plan Execution)

Pelaksanaan hasil perencanaan adalah kegiatan untuk melaksanakan segala sesuatu yang telah dirumuskan pada perencanaan. Pada siklus proyek, kegiatan tersebut sebagian besar berlangsung pada tahap implementasi. Output dari langkah di atas adalah hasil kerja yang umumnya berupa deliverability. Acapkali bila dipandang perlu dilakukan permintaan dengan cara mengeluarkan change order untuk memenuhi tujuan proyek.

3. Mengendalikan Seluruh Perubahan (Overall Change Control)

Bila diperlukan adanya perubahan lingkup (*change order*), maka yang perlu diperhatikan adalah pengendalian perubahan tersebut yang meliputi:

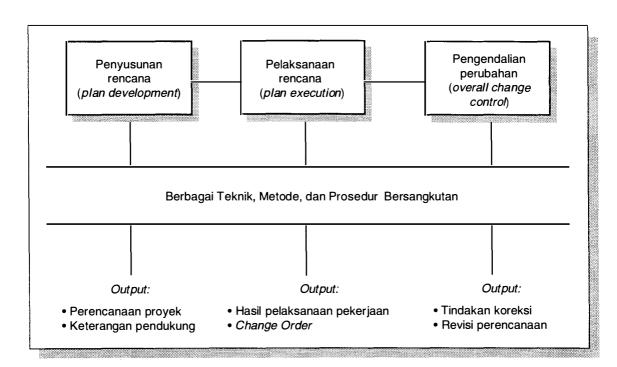
- Menjaga integritas performance base line dan mengusahakan agar selalu terpenuhi.
- Melakukan koordinasi agar adanya perubahan tersebut diperhatikan segala unsur penyelenggara proyek dengan melakukan tindakan yang diperlukan.

Output dari langkah ini adalah tindakan koreksi dan revisi perencanaan.

Teknik dan Metode pada pengelolaan integrasi lebih jauh dibahas dalam Bab 4, yaitu hubungannya dengan konsep sistem dan interfase management.

Pengelolaan Lingkup

Lingkup proyek adalah total jumlah kegiatan yang harus dilakukan untuk meng-



Gambar 3-2 Proses pengelolaan integrasi.

hasilkan produk yang diinginkan oleh proyek tersebut. Misalnya, produk proyek engineering konstruksi dapat berupa instalasi gedung bertingkat, sedangkan proyek engineering manufaktur menghasilkan kendaraan bermotor tipe baru. Dalam hubungan ini dokumen yang berisi batasan lingkup proyek yang memuat kuantitas, kualitas, spesifikasi, dan kriteria amatlah penting artinya. Meskipun tidak mungkin menuliskan sekian banyak komponen lingkup proyek ke dalam suatu dokumen resmi, perlu diusahakan agar dalam implementasinya nanti tidak terbuka peluang timbulnya interpretasi yang berbeda-beda antara mereka yang berkepentingan, terutama antara pemilik dan pelaksana atau kontraktor juga diusahakan secara substansial. Sistematika proses pengelolaan lingkup terlihat pada Gambar 3-3 dengan rincian keterangan di bawahnya.

1. Inisiasi Proyek

Ini merupakan pernyataan resmi organisasi mengenai komitmennya terhadap pengadaan atau peluncuran proyek. Umumnya tahap ini didahului oleh pertimbangan dan seleksi yang mendalam seperti studi kelayakan. Pada waktu ini ditentukan garis besar

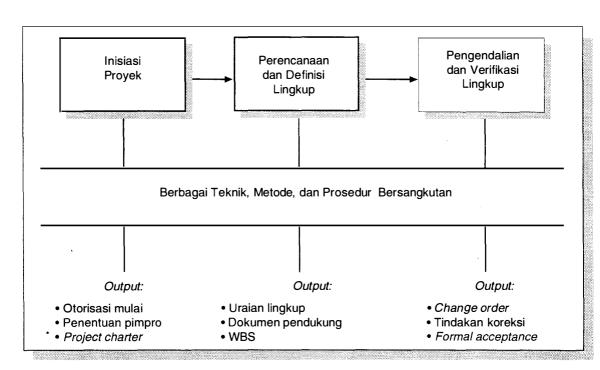
produk atau instalasi yang akan dibuat atau dibangun. Output dari proses ini adalah penentuan pimpro dan *project charter* yang antara lain memuat penjelasan tugas dan tanggung jawab personil kunci proyek.

2. Perencanaan dari Definisi Lingkup

Perencanaan lingkup terdiri dari perumusan dan penulisan lingkup proyek ke dalam lembaran yang dikenal sebagai scope statement yang belakangan dipakai sebagai dasar pengambilan keputusan perihal lingkup proyek. Definisi lingkup meliputi pemecahan lingkup proyek yang telah dinyatakan dalam scope statement menjadi komponen "manageable." Ini dimaksudkan agar lebih mudah mengelolanya, termasuk memperkirakan sumber daya (biaya, jadwal) dan spesifikasi mutu yang diperlukan serta dipakai sebagai tolok ukur pengendalian. Output dari proses ini adalah uraian lingkup, dokumen pendukung, dan WBS.

3. Pengendalian dan Verifikasi Lingkup

Pengendalian lingkup adalah kegiatan yang berkaitan dengan penelitian dan peng-



Gambar 3-3 Proses pengelolaan lingkup.

evaluasian perubahan lingkup, seperti alasan adanya perubahan, otorisasi yang dikeluarkan, dampak yang diakibatkan terhadap biaya dan jadwal, kemudian pemantauan pelaksanaan perubahan. Output dari proses ini adalah change order dan tindakan koreksi. Sedangkan verifikasi lingkup meliputi pengkajian apakah produk proyek telah sesuai dengan kontrak. Kegiatan ini umumnya didahului pemeriksaan, uji coba, dan pengetesan. Bila semua telah memenuhi syarat dan spesifikasi secara memuaskan, maka output dari proses ini adalah dikeluarkannya sertifikat project acceptance

Teknik dan Metode

Pada pengelolaan lingkup, terutama dalam taraf pemilihan alternatif serta batasanbatasannya, sering digunakan metode dan teknik yang berkaitan dengan seleksi proyek, seperti pengkajian kelayakan proyek yang dilihat dari berbagai aspek (finansial, ekonomi, teknik, lingkungan, dan lain-lain) serta cost and benefit ratio. Dalam hal-hal tertentu perlu digunakan model pengambilan keputusan seperti decision tree, simulasi, programming, dan lain-lain. Pada perencanaan, pengendalian, dan definisi lingkup, teknik dan metode yang penting adalah pemecahan lingkup menjadi komponen-komponennya, kemudian disusun kembali menjadi WBS serta pengendalian perubahan lingkup (scope change control). Untuk verifikasi digunakan metode inspeksi, testing, dan pengukuran untuk mengetahui apakah hasil atau produk yang dihasilkan sesuai dengan rencana.

Persoalan di atas akan menjadi topik Bagian III yang meliputi inisiasi proyek, formulasi lingkup, dan pengelolaan konfigurasi.

Pengelolaan Biaya

Pengelolaan biaya meliputi segala kegiatan yang berkaitan dengan pengadaan dan pemakaian dana proyek, mulai dari proses memperkirakan jumlah keperluan dana, mencari dan memilih sumber dan macam pembiayaan, perencanaan serta pengendalian alokasi pemakaian biaya sampai pada akuntansi dan administrasi pinjaman/keuangan.

1. Perencanaan Sumber Daya

Perencanaan sumber daya meliputi pengidentifikasian jenis dan kuantitas sumber daya (manpower, peralatan, dan material) yang diperlukan guna melaksanakan pekerjaan sesuai dan lingkup proyek. Output dari proses ini ialah catatan atau daftar jenis sumber daya yang diperlukan serta kuantitas masingmasing komponennya.

2. Perkiraan Biaya

Kuantitas dan jenis sumber daya diidentifikasi dilanjutkan dengan estimasi keperluan biaya guna pengadaan sumber daya bersangkutan yang dinyatakan dalam satuan uang, misalnya rupiah atau US\$. Mengadakan perkiraan biaya termasuk mengkaji atau menjadi alternatif terbaik dari segi biaya. Output dari proses ini adalah dokumen yang berisi perkiraan biaya proyek beserta penjelasan yang diperlukan.

3. Penyusunan Anggaran

Penyusunan anggaran berarti memerinci alokasi biaya untuk masing-masing kegiatan, yang diintegrasikan dengan jadwal penggunaannya. Anggaran ini nantinya akan menjadi tolok ukur pengendalian kinerja kegiatan yang bersangkutan. *Output* dari proses ini adalah dokumen anggaran biaya proyek serta rencana penarikannya.

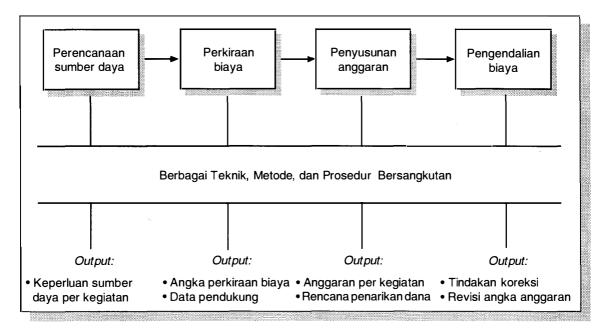
4. Pengendalian Biaya

Proses pengendalian biaya termasuk memantau dan mencatat apakah penggunaan biaya telah sesuai dengan perencanaan. Bila tidak sesuai, dicari sebabnya dan dievaluasi dampak yang mungkin terjadi serta diadakan koreksi. *Output* dari proses ini adalah *change order* dan revisi anggaran.

Teknik dan Metode

Dikenal banyak teknik dan metode pengelolaan biaya, di antaranya yang terpenting adalah sebagai berikut:

- Mengkaji catatan masa lalu (data historis).
- Menggunakan data bank, katalog, dan indeks harga.
- Metode parametris, metode Lang, dan rumus Hirsch & Glazier.



Gambar 3-4 Proses pengelolaan biaya.

- Quantity take-off dan harga satuan.
- Varians dan metode earned value.
- Cost and schedule control system criteria.
- Rekayasa nilai.

Topik pengelolaan biaya disajikan pada Bagian V-B (Jilid 2) yang terdiri dari perkiraan sumber daya, biaya dan anggaran, serta proses dan metode pengendalian biaya.

Pengelolaan Waktu atau Jadwal

Waktu atau jadwal merupakan salah satu sasaran utama proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan berbagai bentuk kerugian, misalnya penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasaran, dan lain-lain. Pengelolaan waktu mempunyai tujuan utama agar proyek diselesaikan sesuai atau lebih cepat dari rencana dengan memperhatikan batasan biaya, mutu dan lingkup proyek. Gambar 3-5 menunjukkan proses pengelolaan waktu.

1. Identifikasi Kegiatan

Proses pengelolan waktu diawali dengan mengidentifikasi kegiatan proyek agar komponen lingkup proyek WBS atau *deliverables* yang telah ditentukan dapat terlaksana sesuai dengan jadwal. Output dari proses ini ialah daftar kegiatan dan WBS.

2. Penyusunan Urutan Kegiatan

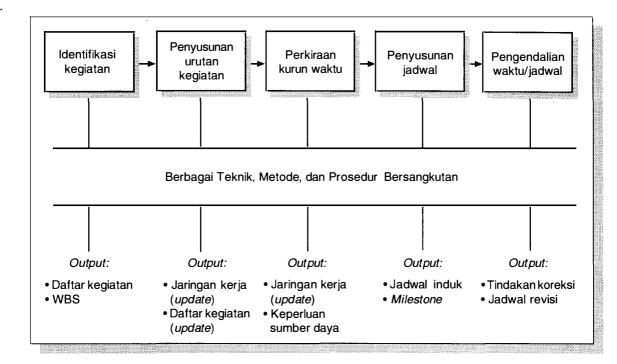
Setelah diuraikan menjadi komponenkomponennya, lingkup proyek disusun kembali menjadi urutan kegiatan sesuai dengan logika ketergantungan. Output dari proses ini ialah jaringan kerja.

3. Perkiraan Kurun Waktu

Setelah terbentuk jaringan kerja (butir b), masing-masing komponen kegiatan diberikan perkiraan kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan. Output proses ini adalah jaringan kerja yang telah memiliki kurun waktu dan perkiraan sumber daya yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan tersebut.

4. Penyusunan Jadwal

Jaringan kerja yang masing-masing komponen kegiatannya telah diberi kurun waktu kemudian secara keseluruhan dianalisis dan dihitung kurun waktu penyelesaian proyek dan *milestone* yang merupakan titik penting dari sudut jadwal proyek. Output dari proses ini adalah jadwal induk, *milestone* dan jadwal untuk pelaksanaan pekerjaan di lapangan.



Gambar 3-5 Proses pengelolaan waktu dan jadwal.

5. Pengendalian Waktu dan Jadwal

Pengendalian waktu meliputi kegiatan yang berkaitan dengan pemantauan dan pengkoreksian agar "progres" pekerjaan proyek sesuai dengan jadwal yang telah ditentukan. Output dari proses ini adalah revisi jadwal induk, milestone dan jadwal pekerjaan lapangan.

Teknik dan Metode

Teknik dan metode yang berkaitan dengan pengelolaan waktu atau jadwal adalah sebagai berikut:

- Bagan balok dan jaringan kerja (CPM, PERT, PDM) untuk menyusun jadwal dan menganalisis waktu penyelesaian proyek.
- Data bank dan historical record untuk memperkirakan kurun waktu komponen kegiatan.
- Resource leveling untuk meratakan penggunaan sumber daya.
- Cost and shedule trade off untuk mencari jadwal yang ekonomis.
- Simulasi, misalnya analisis Monte Carlo.
- Fast tracking.

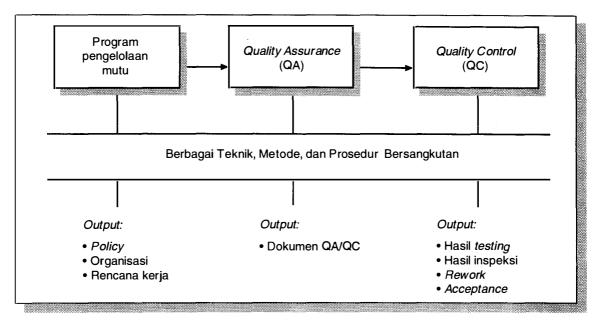
Salah satu teknik spesifik untuk pengendalian waktu proyek adalah mengelola float atau slack pada jaringan kerja, serta konsep cadangan waktu (time reserved) yang diperkenalkan oleh **D. H. Bush** (1991). Topik pengelolaan waktu dan jadwal dibahas pada Bagian V-B (Jilid 2).

Pengelolaan Mutu

Pengelolaan mutu meliputi kegiatankegiatan yang diperlukan agar hasil proyek memenuhi persyaratan, kriteria dan spesifikasi yang telah ditentukan. Agar suatu produk atau servis hasil proyek memenuhi syarat penggunaan, diperlukan suatu proses yang panjang dan kompleks, mulai dari mengkaji syarat yang dikehendaki oleh pemilik proyek atau pemesan produk, menyusun program mutu, dan akhirnya merencanakan dan mengendalikan aspek mutu pada tahap implementasi atau produksi.

1. Program Pengelolaan Mutu

Program pengelolaan mutu menitikberatkan perencanaan sistematik suatu kegiatan yang bertujuan memberikan keyakinan



Gambar 3-6 Proses pengelolaan mutu.

(confidence) bahwa proyek akan dapat memenuhi standar mutu yang ditentukan. Program ini antara lain meliputi identifikasi kriteria dan spesifikasi yang akan dipakai proyek, kemudian mengkaji relevansinya dengan standar yang telah dibakukan (established) dan membuat perencanaan perihal kebijakan kualitas dan mereview organisasi yang akan menanganinya. Output dari proses ini adalah dokumen policy kualitas, organisasi pelaksanaan, dan rencana kerja.

2. Quality Assurance (QA)

Quality Assurance meliputi semua kegiatan dalam quality system yang bertujuan memberikan kepercayaan kepada semua pihak yang berkepentingan bahwa semua tindakan yang diperlukan untuk mencapai standar mutu proyek telah dilaksanakan dengan berhasil.

3. Quality Control (QC)

Quality Control meliputi semua kegiatan yang berhubungan dengan pemantauan dan pengkajian hasil proyek (baik hasil antara atau final) untuk menentukan apakah telah memenuhi persyaratan yang ditentukan, kemudian mengidentifikasi cara untuk menghilangkan sebab terjadinya penyimpangan. Output dari

proses ini adalah perbaikan (bila terjadi penyimpangan) dan keputusan persetujuan atau acceptance (bila sesuai dengan spesifikasi).

Teknik dan Metode

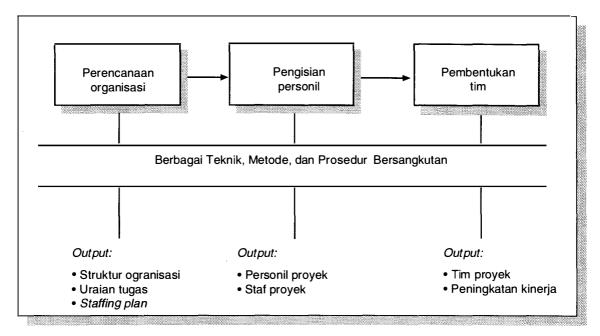
Teknik dan metode yang penting dalam pengelolaan mutu adalah sebagai berikut:

- Destruction test.
- Inspeksi dan uji coba kemampuan kinerja (performance test)
- Control chart.
- Pareto diagram.
- Metode sampling.

Topik pengelolaan mutu disajikan di Bagian V-C (Jilid 2) yang terdiri dari perencanaan, penjaminan (QA), dan pengendalian mutu (QC).

Pengelolaan Sumber Daya Manusia

Satu jenis pengelolaan yang mungkin tersulit adalah pengelolaan sumber daya manusia. Pengelolaan ini bertujuan untuk mengupayakan penggunaan secara efektif sumber daya manusia proyek. Pengelolaan ini dimulai dari inventarisasi kebutuhan, merekrut atau mengajukan keperluan, menyusun organisasi, membentuk tim, serta mempraktekkan cara kepemimpinan yang sesuai



Gambar 3-7 Proses pengelolaan sumber daya manusia.

dengan tuntutan kegiatan proyek. Dalam kaitan ini pimpinan proyek diharapkan menguasai aspek motivasi, perilaku hubungan antarmanusia dan kecakapan penanganan konflik (conflict management) fungsi kepemimpinan. Hal ini dilakukan mengingat otoritas formal pimpro umumnya relatif terbatas serta siklus proyek amat singkat.

Sistematika proses pengelolaan diperinci seperti terlihat pada Gambar 3-7 dengan penjelasan sebagai berikut:

1. Perencanaan Organisasi

Proses perencanaan organisasi meliputi identifikasi lingkup kerja proyek, inventarisasi keperluan personil, kemudian penentuan tugas dan tanggung jawab, peranan serta jalur pelaporan anggota atau kelompok yang akan menangani proyek. Untuk proyek E-MK, perencanaan organisasi biasanya digolongkan menjadi organisasi kantor pusat (head office) dan lapangan. Output dari langkah ini adalah bagan struktur organisasi proyek, uraian tugas bagi posisi-posisi penting atau kunci, serta perencanaan pengisian personil.

2. Pengisian Personil

Pengisian personil terdiri dari kegiatan mencari, menyeleksi dan melatih personil proyek yang akan ditugaskan di kantor pusat ataupun lapangan. Personil proyek dapat berasal dari induk organisasi atau dari luar, misalnya konsultan atau kontraktor. Output dari langkah ini adalah tersedianya personil proyek yang siap untuk diberikan tugas sesuai dengan rencana.

3. Pembentukan Tim

Pembentukan tim merupakan proses yang amat penting dari segi pengelolaan sumber daya manusia proyek. Proses ini bermaksud meningkatkan kecakapan dan kinerja personil dan kerja sama dalam tim guna melaksanakan kegiatan proyek. Langkah ini dianggap penting karena mereka (personil) proyek umumnya datang dari berbagai latar belakang yang berbeda-beda. Lebih-lebih bila proyek bekerja dengan organisasi matriks yang memiliki dua jalur pelaporan. Output dari langkah ini adalah terbentuknya tim proyek yang semakin lama semakin meningkat kinerjanya.

Teknik dan Metode

Teknik dan metode pengelolaan sumber daya manusia meliputi:

• Penggunaan teori umum organisasi dan manajemen.

- Penggunaan kebijakan dan prosedur perusahaan yang bersangkutan.
- Pengadaan metode kontrak jangka pendek untuk merekrut personil.
- Pelatihan dan kursus untuk meningkatkan efektivitas tim.

Pengelolaan sumber daya manusia disajikan di Bagian V-D (Jilid 2), yang meliputi penyusunan organisasi proyek dan pembentukan tim kepemimpinan proyek.

Pengelolaan Risiko

Dalam konteks proyek, pengelolaan risiko meliputi identifikasi secara sistematis jenis, besar, dan sumber risiko selama siklus proyek, penyiapan tanggapan yang tepat dalam arti meningkatkan segi positif dan menurunkan dampak negatif yang mungkin timbul, selanjutnya pemantauan dan pengendalian terhadap pelaksanaannya. Contoh untuk ini adalah disediakannya kontinjensi dalam aspek biaya dan jadwal. Jadi, di sini pengelolaan bersifat proaktif dan bukannya reaktif yang menunggu sampai terjadinya persoalan yang sulit diatasi. Sistematika proses pengelolaan risiko terlihat

pada Gambar 3-8 dengan penjelasan sebagai berikut:

Identifikasi dan Klasifikasi

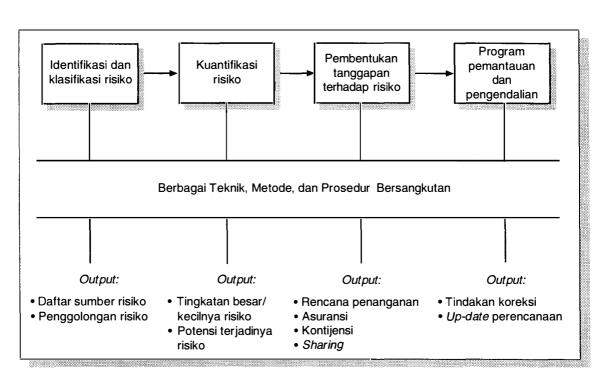
Kegiatan ini terdiri dari identifikasi segala kemungkinan terjadinya risiko yang memiliki dampak yang berarti terhadap keberhasilan proyek. Kemudian diadakan klasifikasi agar pengelolaannya dapat sistematis dan tepat. Output dari langkah ini adalah pengenalan sumber, sifat, serta potensi terjadinya risiko.

2. Kuantifikasi

Setelah mengidentifikasi risiko selama siklus proyek secara menyeluruh, langkah selanjutnya adalah mengadakan analisis dan penilaian secara kuantitatif dengan tujuan untuk mengetahui dampak yang ditimbulkan terhadap proyek dan tingkat kemungkinan atau probabilitas terjadinya. Output dari langkah ini adalah kuantifikasi risiko serta dimensi dampak yang ditimbulkan.

3. Tanggapan

Tanggapan yang dimaksud ialah usahausaha, perencanaan dan strategi dalam kaitannya dengan ancaman. Ini dapat berupa:



Gambar 3-8 Proses pengelolaan risiko.

- Menghindari atau menghilangkan ancaman yang bersifat khusus.
- Mengurangi nilai risiko, misalnya dengan menurunkan kemungkinan terjadinya permasalahan yang bersangkutan.
- Menerima risiko, misalnya dengan menyiapkan kontinjensi.

Output dari langkah ini adalah dokumen yang berisi perencanaan manajemen untuk menanggapi risiko proyek, seperti menutup asuransi, menyiapkan kontinjensi, cadangan dan mencantumkan dalam kontrak pasal yang mengatur *sharing* bila timbul risiko.

4. Program Pemantauan dan Pengendalian

Langkah ini bermaksud memantau dan mengawasi pelaksanaan penanganan risiko yang telah digariskan di butir C. Output dari langkah ini adalah tindakan koreksi terhadap penyimpangan dan revisi program pemantauan.

Di samping langkah-langkah di atas, perlu pula menyiapkan dokumen untuk mengumpulkan catatan risiko yang terjadi, sebab-sebab dan penanganannya. Dokumen tersebut akan merupakan *data base* bagi evaluasi yang berkelanjutan untuk proyek yang sedang ditangani ataupun yang akan datang.

Teknik dan Metode

Teknik dan metode yang lazim dipakai untuk pengelolaan risiko adalah;

- Simulasi, misalnya simulasi Monte Carlo untuk melihat kemungkinan melesetnya suatu jadwal.
- Metode berdasarkan ilmu statistik, terutama untuk melihat distribusi probabilitas perkiraan biaya dan lain-lain.
- Decision tree.
- Pengadaan kontrak dan penutupan asuransi.
- Penyediaan kontinjensi.

Pembahasan pengelolaan risiko disajikan di Bagian V-E (Jilid 2) yang terdiri dari identifikasi dan klasifikasi risiko, tanggapan dan pengendalian risiko, serta kuantifikasi risiko dan tingkat kerumitan proyek.

Pengelolaan Pengadaan dan Kontrak

Pengelolaan pengadaan dan kontrak meliputi kegiatan yang berkaitan dengan usaha mendapatkan barang dan/atau jasa dari pihak luar untuk proyek. Bila kontraktor utama berfungsi sebagai pelaksana, maka pihak luar tersebut dapat terdiri dari subkontraktor, rekanan, konsultan dan lain-lain. Untuk maksud tersebut diadakan ikatan seperti kontrak jasa, pembelian, bantuan teknis, dan lain-lain. Proses pengadaan dan kontrak terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perencanaan Pengadaan

Proses ini diawali dengan mengidentifikasi jasa, material, dan peralatan yang diperlukan proyek dan diteruskan dengan membuat spesifikasi dan kriteria. Output dari langkah ini adalah kebijakan pengadaan dan lembaran yang berisi daftar material dan jasa yang akan diadakan, berikut perkiraan jadwal yang diperlukannya. Pada tahap ini juga disusun kebijakan pengadaan yang antara lain merumuskan policy dan prosedur tentang persetujuan, sole source, lelang, dan lain-lain.

2. Penyiapan Dokumen Kontrak dan Lelang

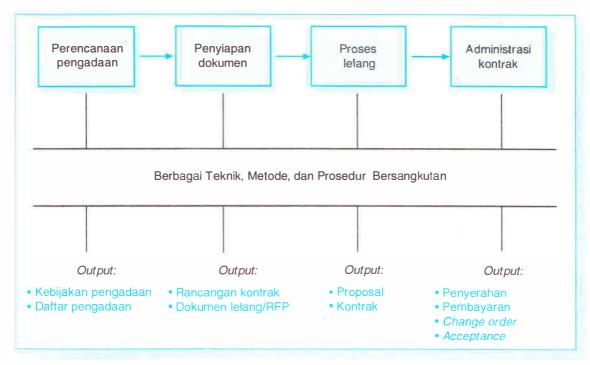
Dokumen utama untuk proses pengadaan terdiri dari dokumen lelang yang memuat undangan lelang, rancangan kontrak dan kriteria seleksi. Output dari langkah ini adalah paket lelang atau RFP.

3. Proses Lelang

Selanjutnya, melalui proses lelang dan negosiasi terjadilah akuisisi yang ditandai dengan penandatanganan kontrak. Output dari langkah ini adalah dokumen proposal dan kontrak.

4. Administrasi Kontrak

Administrasi kontrak meliputi kegiatankegiatan yang bertujuan agar proses dan kinerja pengadaan memenuhi pasal-pasal yang tercantum dalam kontrak. Output dari langkah ini adalah penyerahan dan penerimaan deliverable, change order, dan pembayaran.



Gambar 3-9 Proses pengelolaan pengadaan dan kontrak.

Teknik, Metode, dan Prosedur

Dikenal berbagai teknik, metode, dan prosedur pengelolaan pengadaan, antara lain:

- Analisis sewa atau beli.
- Pemilihan jenis kontrak.
- Metode seleksi (kontraktor, subkontaktor, konsultan).
- Jenis cara pembayaran.
- Pengendalian perubahan.
- Audit keuangan dan kinerja.

Pengelolaan pengadaan dan kontrak akan merupakan topik utama Bagian V-E (jilid 2) yang terdiri dari penyusunan proposal, administrasi kontrak dan keuangan, serta audit proyek. Sebagian dari pengelolaan pengadaan dan kontrak telah dibahas di Bagian II, yaitu pembuatan paket lelang (RFP), proses pemilihan kontraktor dan konsultan.

Pengelolaan Komunikasi

Pengelolaan komunikasi adalah proses yang diperlukan agar mereka yang terlibat dalam proyek, misalnya stake holder, memperoleh informasi yang diperlukan dan pada waktu yang tepat. Ini dapat terdiri dari perumusan, pengumpulan, penyampaian, penerimaan dan penyimpanan informasi proyek. Sistematika proses pengelolaan komunikasi dapat dilihat pada Gambar 3-10 dengan keterangan sebagai berikut:

1. Perencanaan Komunikasi

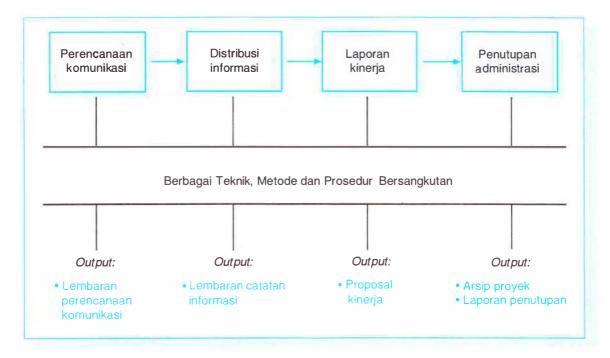
Perencanaan komunikasi meliputi penentuan jenis informasi dan komunikasi yang diperlukan proyek, seperti kepada siapa, kapan waktunya, dan bagaimana cara menyampaikannya. Output dari langkah ini adalah lembaran perencanaan komunikasi.

2. Distribusi Informasi

Proses ini bertujuan untuk memberikan materi informasi yang diperlukan *stake holder* tepat pada waktunya. Output dari langkah ini adalah lembaran atau catatan informasi.

3. Laporan

Proses ini berkaitan dengan pembuatan laporan kemajuan proyek serta sumber daya yang telah digunakan untuk melakukan kegiatan sampai saat pelaporan. Output dari langkah ini adalah laporan kemajuan atau kinerja proyek.



Gambar 3-10 Proses pengelolaan komunikasi

4. Penutupan Administrasi

Penutupan administrasi meliputi verifikasi dan dokumentasi laporan yang penting guna mempersiapkan laporan penyelesaian proyek dan *project acceptance*. Output dari langkah ini adalah dokumen laporan penutupan proyek dan *formal acceptance*.

Teknik, Metode, dan Prosedur

Teknik, metode, dan prosedur pengelolaan komunikasi adalah mengadakan pertemuan dan rapat, membuat laporan tertulis, dan menggunakan sistem informasi manajemen proyek. Pengelolaan komunikasi di atas dibahas lebih jauh pada Bagian IV-F (Jilid 2).

4 Proses Pengelolaan dan Siklus Proyek

Penerapan 9 area ilmu pengetahuan (PM-BOK) di atas dalam penyelenggaraan proyek berlangsung selama siklus proyek sesuai dengan keperluan. Meskipun demikian, intensitasnya tergantung pada tahap-tahap tertentu artinya, tahap yang satu memerlukan penekanan lebih besar daripada yang lain. Sebagai contoh, untuk pemilik proyek pengelolaan lingkup proyek yang terdiri dari subarea otorisasi, perencanaan, pengendalian dan verifikasi

lingkup, pada tahap konseptual penekanannya adalah pada proses otorisasi lingkup, tahap PP/Definisi pada perencanaan komponen lingkup, tahap implementasi pada pengendalian lingkup, dan akhirnya pada tahap terminasi pada penyerahan produk sesuai dengan lingkup yang ditentukan. Tabel 3-1 menunjukkan ringkasan dari intensitas pengelolaan (berdasarkan subarea) selama siklus proyek.

Tabel 3-1 Intensitas pengelolaan selama siklus proyek oleh pihak pemilik proyek.

РМ-ВОК	TAHAP (Dalam Siklus Proyek)			
	KONSEPTUAL	PP/DEF.	IMPLEMENTASI	TERMINASI
Pengelolaan Lingkup Otorisasi lingkup Perencanaan Pengendalian Verifikasi	**	* ** **	** ** *	**
 Pengelolaan Waktu Identifikasi Urutan kegiatan Kurun waktu Menyusun jadwal Pengendalian waktu 	** * * *	** ** **	* * **	*
 Pengelolaan Biaya Perencanaan sumber daya Perkiraan biaya Menyusun anggaran Pengendalian biaya 	* * *	*** ** ** *	* ** **	*
 Pengelolaan Mutu Program mutu Quality control Verifikasi/QA 	*	**	** **	*
 Pengelolaan SDM Rencana organisasi Rekrut personil Membentuk tim Demobilisasi dan reassignment 	**	** ** **	* ** **	*
 6. Pengelolaan Risiko • Identifikasi risiko • Penilaian (assessment) • Tanggapan (response) • Pengendalian 	**	** ** *	* * **	
 7. Pengelolaan Pengadaan (Procurement) • Rencana pengadaan • Menyiapkan dokumen dan proses pengadaan • Administrasi kontrak/PO • Penyerahan dan penutupan 	*	**	** ** *	*
 8. Pengelolaan Komunikasi Rencana komunikasi Distribusi informasi Laporan progres Penutupan administrasi 	*	** * *	** ** **	*

Catatan ** intensit

^{*} Kurang intensit

3-5

Struktur PM-BOK dari "International Project Management Association"

Sebagai bahan perbandingan, di bawah ini diuraikan struktur PM-BOK dari International Project Management Association (INTERNET) yang dikelompokkan menjadi teknik dan prosedur, organisasi, teknologi, pengetahuan umum proyek, manajemen umum, kompetensi umum manajemen dan kepandaian integrasi.

Suatu program pendidikan dan latihan menggunakan PM-BOK akan menghasilkan pimpro dan personil proyek yang mempunyai bekal pengetahuan dan profesionalisme yang cukup bagi potensi keberhasilan pengelolaan proyek.

Tabel 3-2 PM-BOK dari International Project Management Association Eropa.

A. Teknik dan Prosedur PM

- Proyek.
- Siklus proyek.
- Struktur rincian lingkup kerja (SRK).
- Matriks alokasi dan tanggung jawab paket keria.
- Perencanaan dan jadwal.
- Pengukuran prestasi.
- Analisis risiko.

B. Pengetahuan Umum Proyek

- Menilai kelayakan proyek.
- Peranan sponsor.
- Kriteria keberhasilan dan kegagalan proyek.
- Sejarah perkembangan industri yang relevan.
- Lingkungan proyek.

C. Pengelolaan Organisasi dan Personil

- Kepemimpinan.
- Motivasi.
- Delegasi.
- Komunikasi.
- Mengelola konflik.
- Negosiasi.
- Pembentukan tim.
- Menyusun organisasi.
- Menyusun kontrak.
- Peranan pemilik dan manajer proyek.
- Siklus proyek.
- Pengelolaan interface.
- Hubungan industrial.
- Pengembangan manajemen.
- Kompensasi dan evaluasi.

 Keselamatan kerja (safety) dan kesehatan kerja.

D. Manajemen Umum

- Sistem informasi manajemen.
- Pengelolaan SDM.
- Akuntansi dan finansial.
- Penjualan dan pemasaran.
- Hukum.
- Ekonomi.
- Pengelolaan produksi.
- Strategi usaha (business strategy)

E. Penguasaan Manajemen di Bidang:

- Operasi.
- Finansial.
- Personil.
- Informasi.

F. Teknik

- Pengetahuan dasar teknologi.
- Pengetahuan dasar industri.
- Pengelolaan teknologi.
- Engineering system.
- Pengelolaan desain.
- Rekayasa nilai.
- Pengelolaan R & D.
- Mutu/kualitas.

G. Kecakapan Integrasi

- Personil.
- Bentuk integrasi.
- Dasar-dasar teknik melakukan integrasi.

3-6 Potensi Karier Personil Proyek

Dengan adanya profesi MP yang dipersiapkan dan direncanakan secara terarah berupa latihan dan pendidikan formal serta sertifikasi yang didasarkan atas PM-BOK, jalan terbuka lebar bagi karier mereka yang ingin menekuni bidang manajemen proyek. Gambar 3-11 memperlihatkan potensi jalur karier MP, yang memperlihatkan jenjang yang dapat ditempuh oleh personil proyek (dalam hal ini diwakili oleh manajer proyek).

Jalur A

Jalur A adalah yang lazim terjadi. Suatu perusahaan yang bergerak dalam bidang tertentu (nonproject oriented company), misalnya memproduksi bahan bakar minyak (BBM), akan memperluas salah satu unitnya. Untuk itu, pimpinan perusahaan memilih dan menunjuk salah seorang insinyur senior dari bidang pemeliharaan (struktur lini) untuk

menjadi pimpro/manajer proyek perluasan pabrik tersebut. Setelah berhasil menyelesaikan proyek dengan baik, manajer proyek dikembalikan lagi ke bidang struktural/fungsional dan mendapat promosi sebagai kepala bidang. Akan tetapi, tidak lepas kemungkinan setelah selesai proyek, eks manajer proyek mengambil pendidikan MM (Magister Manajemen) atau MBA bidang/jurusan manajemen proyek dan memperoleh sertifikat. Kemudian ia melanjutkan karier seperti pada jalur B.

Jalur B

Jalur pengembangan karier dan profesi ini lebih terarah. Setelah menamatkan pendidikan formal akademis tingkat (S-1), seseorang bergabung dengan perusahaan yang kegiatan utamanya erat (*exposed*) dengan penyelenggaraan proyek, seperti konsultan, kontraktor, atau organisasi (BUMN, Departemen) yang



Gambar 3-11 Jalur potensi karir manajemen proyek.

sedang menangani proyek. Setelah 5-6 tahun bekerja di lingkungan tersebut, ia diharapkan dapat menyerap ilmu dan pengalaman serta memahami berbagai prosedur dan *policy* bagaimana menjalankan suatu usaha dan kaitannya dengan kegiatan proyek. Langkah berikutnya ialah mengambil pendidikan lanjutan (S-2) seperti MM atau MBA jurusan

manajemen proyek. Ini akan memberikan cukup bekal dan persiapan bagi tugas dan tanggung jawab sebagai senior project control atau deputi manajer proyek profesional untuk proyek-proyek berukuran sedang. Jenjang karir berikutnya akan terbuka sesuai dengan prestasi yang bersangkutan seperti terlihat pada Gambar 3-11.

3-7 Program Sertifikasi

Di samping tersedia jalur edukasi akademis yang pesertanya setelah tamat memperoleh gelar MBA atau MSc dalam Project Management, terdapat pula jalur "praktisi", yaitu melalui program sertifikasi. Program ini bermaksud untuk memformalkan pendidikan bagi profesi PM, yaitu dengan mengadakan ujian dan pemberian sertifikat sebagai tanda bahwa pemegang sertifikat telah "menguasai" ilmu dasar (basic knowledge) manajemen proyek. Salah satu institusi yang telah melaksanakan program sertifikasi ini adalah PMI-USA yang dimulai sejak tahun 1984. Kualifikasi yang diberlakukan adalah sebagai berikut:

- Telah menunjukkan professional commitment terhadap manajemen proyek dalam jangka panjang.
- b. Lulus ujian sertifikasi.

Selanjutnya, professional commitment bagi calon pemegang sertifikat diterjemahkan sebagai berikut:

• Latar belakang pendidikan.

Pendidikan formal yang telah diikuti dan berapa lama pelatihan yang telah dialami yang ada kaitannya dengan pengelolaan proyek.

· Pengalaman pekerjaan.

Berapa lama pengalaman kerja di proyek dan jabatan yang pernah diduduki.

Kegiatan profesional

Keanggotaan perkumpulan profesi, seminar, penulisan makalah atau buku yang berkaitan dengan proyek.

Bobot komitmen profesi di atas dinilai dengan angka. Di bawah angka tertentu, calon dianggap belum memenuhi syarat. Bagi mereka yang lulus kualifikasi diberikan sertifikat dan gelar PMP atau *Project Management Professional* oleh PMI.

RINGKASAN

- Melihat semakin luasnya aplikasi manajemen proyek di dunia usaha dan industri, timbul pemikiran untuk melakukan kodefikasi, standarisasi, dan sertifikasi profesi manajemen proyek.
- Sertifikasi formal bagi suatu profesi umumnya didahului oleh pendidikan, latihan, dan ujian dari lembaga yang berwenang untuk maksud tersebut.
- Salah satu atribut dasar dari profesi adalah batang tubuh ilmu pengetahuan (body of knowledge-BOK) yang bersangkutan, seperti ilmu pengetahuan kedokteran bagi profesi dokter. Berbagai lembaga manajemen telah menyusun BOK untuk manajemen proyek, di antaranya Project Manajemen Institute (PMI) di USA.

- PM-BOK merumuskan area ilmu manajemen proyek yang terdiri dari 9 komponen pengelolaan, yaitu integrasi, lingkup kerja, waktu, biaya, mutu, sumber daya, pengadaan/ kontrak, risiko, dan komunikasi.
- Sama halnya dengan para pemerhati yang lain, PMI juga menyebutkan adanya overlaping dengan ilmu atau practices manajemen lain seperti dengan manajemen fungsional atau umum yang digunakan untuk mengelola kegiatan on-going enterprise.
- Perbedaan antara kegiatan proyek dengan kegiatan operasional rutin yang berpengaruh besar terhadap pengelolaannya ialah adanya masa mulai dan masa akhir yang amat tajam pada siklus proyek.
- Terdapat berbagai teknik dan metode khusus yang perlu dikuasai untuk dapat mengelola proyek dengan lancar, terutama dalam aspek perencanaan dan pengendalian biaya dan jadwal, yaitu bagan balok, jaringan kerja (CPM, PDM, PERT), analisis varians, "earned value" SRK/WBS.
- Untuk profesi MP, di samping jalur akademis yang memberikan gelar MBA atau MSc bagi mereka yang telah menempuh dan menamatkan pendidikan yang bersangkutan, juga tersedia jalur "praktisi" untuk mengikuti program sertifikasi dengan kualifikasi yang telah ditentukan.
- Dengan adanya jalur akademis dan program sertifikasi MP diharapkan potensi karir mereka yang memilih profesi tersebut lebih mudah direncanakan.

SOAL LATIHAN

- 1. Manajemen proyek termasuk disiplin ilmu manajemen, bukan ilmu teknik-engineering, meskipun untuk mengelola proyek E-MK seorang pimpro sebaiknya memahami disiplin teknik-engineering yang bersangkutan. Apakah yang ingin ditekankan dari pernyataan di atas?
- 2. Jelaskan segi-segi prositif adanya kodefikasi dan standardisasi profesi MP!
- 3. Berbagai institusi atau lembaga MPI telah merintis tersusunnya PM-BOK dan memerlukan waktu bertahun-tahun untuk merampungkannya. Di mana kiranya letak kesukarannya?
- 4. Para pengamat dan pemikir konsep manajemen proyek mengidentifikasi adanya *overlaping* antara konsep tersebut dengan konsep manajemen fungsional atau *general management*. Jelaskan pengertian di atas dan sebutkan contohnya!
- **5.** PMI merumuskan suatu PM-BOK yang terdiri dari 9 komponen area ilmu manajemen proyek. Terangkan masing-masing komponen tersebut serta *output* yang dihasilkan!
- 6. Sebutkan berbagai teknik dan metode spesifik yang diperlukan untuk pengelolaan proyek!
- 7. Dalam menyusun PM-BOK, PMI mengenakan berbagai batasan dan kriteria. Sebutkan tujuan adanya batasan tersebut!
- 8. Pimpro dan tim inti proyek berkewajiban mengidentifikasi dan menguasai area atau jenis disiplin ilmu lain yang tidak dimasukkan dalam PM-BOK tetapi diperlukan untuk proses mengelola macam proyek tertentu yang sedang ditangani. Berikan contoh ilmu dan macam proyek tersebut!
- 9. Jelaskan bagaimana pengembangan jenjang karir dapat berbeda bagi mereka yang menekuni profesi MP di dalam organisasi yang berorientasi proyek dan organisasi nonproyek!
- 10. PMI mengembangkan jalur praktisi dalam hal penguasaan area ilmu manajemen proyek. Jelaskan syarat-syarat yang perlu dipenuhi untuk mendapatkan sertifikasi program tersebut!

4

Konsep Sistem dan Pengelolaan Integrasi

alam Bab 2 telah dikemukakan bahwa, dari sudut pandang konsep sistem, proyek adalah bagian dari siklus sistem. Hal ini memberikan dasar konseptual yang amat berguna dalam rangka melaksanakan fungsi perencanaan dan implementasi kegiatan suatu organisasi terutama bila kegiatan tersebut berskala besar dan kompleks yang bertujuan mewujudkan gagasan menjadi kenyataan fisik, seperti halnya proyek E-MK. Konsep tersebut ditandai oleh bertambah besarnya penekanan pada adanya definisi yang jelas dari keinginan yang akan dicapai dan analisis ilmiah dalam proses pengambilan keputusan. Berikutnya, pada tahap implementasi, usaha menyelesaikan tugas hendaknya berorientasi pada totalitas, yaitu koordinasi dan integrasi pengelolaan subsistem atau komponen-komponennya, yang berarti memberikan dorongan

pada usaha tim dalam merampungkan suatu kegiatan untuk mencapai tujuan sistem dalam hal ini tujuan organisasi. Bab 4 membahas konsep sistem yang berhubungan dengan pengelolaan proyek, khususnya proyek yang bobot engineering-nya cukup substansial dan kompleks. Bab ini diawali dengan definisi konsep sistem, kemudian dibahas metodologi aplikasi konsep tersebut untuk mengelola suatu kegiatan, yang terdiri dari analisis sistem, engineering sistem, dan manajemen sistem. Pembahasan dilanjutkan dengan pengelolaan integrasi yang merupakan aplikasi konsep sistem dalam mengelola para peserta proyek atau project stake holder agar terselenggara koordinasi baik dari mereka yang langsung berperan dalam penyelenggaraan proyek maupun yang menaruh kepentingan dengan adanya proyek.

4-1

Arti Konsep Sistem

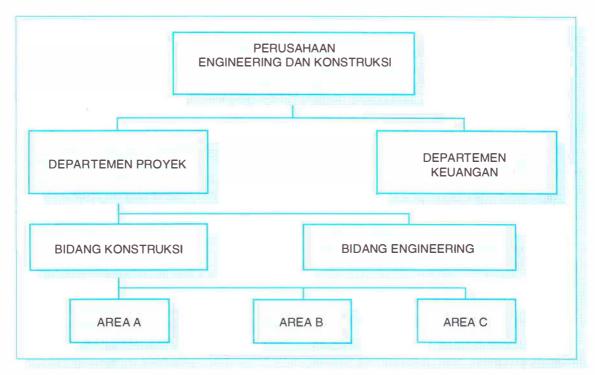
Sebelum membahas lebih lanjut kegunaan konsep sistem dalam penyelenggaraan proyek, perlu dibahas arti konsep sistem, yang mulai diperkenalkan sekitar dekade 1920-an. Dalam perkembangan selanjutnya Buckley memberikan definisi konsep sistem sebagai berikut:

"Suatu kebulatan atau totalitas yang berfungsi secara utuh, disebabkan adanya saling ketergantungan di antara bagianbagiannya dinamakan suatu sistem." (A whole that functions as a whole by virtue of interdependence of its parts is called a system.)

Sebagai contoh adalah suatu organisasi perusahaan yang utuh dan menyeluruh akan terdiri dari bagian-bagian yang saling tergantung baik berupa fisik dan nonfisik seperti pimpinan, tenaga pelaksana, keahlian, material, peralatan, dana, logistik, pemasaran, informasi dan lain-lain. Definisi lain yang lebih terinci perihal pemikiran sistem datang dari H. Kerzner (1989):

"Sekelompok komponen yang terdiri dari manusia dan/atau bukan manusia (nonhuman) yang diorganisir dan diatur sedemikian rupa sehingga komponenkomponen tersebut dapat bertindak sebagai satu kesatuan dalam mencapai tujuan, sasaran bersama atau hasil akhir".

Definisi di atas menjelaskan pentingnya aspek pengaturan dan pengorganisasian komponen dari suatu sistem untuk mencapai sasaran bersama, karena bila tidak ada sinkronisasi dan



Gambar 4-1 Suatu perusahaan dipandang dari pendekatan sistem, dan subsistem.

koordinasi yang tepat maka kegiatan masingmasing komponen, subsistem, atau bidang dalam suatu organisasi akan kurang saling menunjang. Seperti telah disebutkan di atas, kegunaan pendekatan ini amat menonjol terutama untuk menganalisis dan mengelola suatu fenomena, seperti kegiatan proyek yang besar dan kompleks, dikarenakan pendekatan ini mempunyai kemampuan membuat situasi yang selintas kelihatan tidak teratur (terdiri dari kegiatan-kegiatan yang tidak sejenis, dan ditangani oleh berbagai bidang internal dan eksternal perusahaan) menjadi rangkaian yang tertib dan saling terkait.

Komponen, Subsistem, dan Keterkaitannya

Batasan tentang sistem tidak lengkap tanpa menyinggung perincian unsur-unsur di dalam susunan hierarki tersebut. Setiap sistem terdiri dari komponen-komponen, dan komponen ini dapat dipecah menjadi komponen yang lebih kecil, yang bila dipandang dari segi hirarki dapat dinamakan sebagai subsistem. Atau dengan kata lain, subsistem adalah sistem yang menjadi bagian dari sistem yang lebih besar. Bagian terkecil dari sistem disebut elemen. Sebagai contoh adalah Perusahaan Engineering dan Konstruksi pada Gambar 4-1. Perusahaan ini merupakan satu sistem, dimana Departemen Proyek dan Departemen Keuangan merupakan subsistem, sedangkan pegawai gedung, peralatan konstruksi, dan komunikasi adalah komponen. Tetapi untuk suatu tujuan tertentu, Departemen Proyek dapat pula dianggap sebagai sistem dan Bidang Konstruksi serta Bidang Engineering sebagai subsistemnya.

4-2 Unsur dan Sifat Sistem

Di atas telah disebutkan bahwa komponenkomponen sistem yang berupa unsur atau subsistem terkait satu dengan yang lain dalam suatu rangkaian yang membentuk sistem.

Fungsi dan efektivitas sistem dalam usaha mencapai tujuannya tergantung dari ketepatan susunan rangkaian atau struktur terhadap tujuan yang telah ditentukan. Beberapa sifat yang melekat pada sistem dan masing-masing komponennya, demikian pula hubungan antara satu dengan yang lain adalah sebagai berikut:

Bersifat Dinamis

Sistem menunjukkan sifat yang dinamis, dengan perilaku tertentu. Perilaku sistem umumnya dapat diamati pada caranya mengkonversikan masukan (*input*) menjadi hasil (*output*).

Sistem Terpadu Lebih Besar daripada Jumlah Komponen-komponennya

Bila elemen-elemen atau bagian-bagian tersebut tersusun atau terorganisir secara benar, maka akan terjalin satu sistem terpadu yang lebih besar daripada jumlah bagian-bagiannya. Sebagai contoh adalah pesawat terbang. Bila mesin, badan, sayap, ekor, dan roda tersusun dan terjalin secara benar menjadi satu pesawat (satu sistem) yang siap terbang, maka pesawat ini memiliki arti yang lebih besar daripada jumlah komponen-komponennya sebelum disusun atau dirakit.

Mempunyai Arti yang Berbeda

Satu sistem yang sama mungkin dipandang atau diartikan berbeda, tergantung siapa yang mengamatinya dan untuk kepentingan apa. Seperti contoh di atas, pesawat tidak dapat terbang, setelah diperiksa inspektor terungkap di bagian mesin ada sesuatu yang tidak benar. Di bengkel mesin, diketahui penyebab ketidakberesan itu, yaitu bahwa mutu minyak pelumasnya di bawah standar. Pada contoh kasus di atas, inspektor berpandangan pesawat terbang sebagai keseluruhan merupakan satu sistem. Sedangkan di bengkel, mekanik berpandangan mesin saja sudah merupakan satu sistem. Bila perusahaan pemilik pesawat mengajukan perkara ke pengadilan, maka sistem di sini akan termasuk penjual dan mungkin juga pabrik penghasil minyak pelumas yang bersangkutan.

Mempunyai Sasaran yang Jelas

Salah satu tanda keberadaan sistem adalah adanya tujuan atau sasaran yang jelas. Umumnya identifikasi tujuan merupakan langkah awal untuk mengetahui perilaku suatu sistem dan bagian-bagiannya.

Mempunyai Keterbatasan

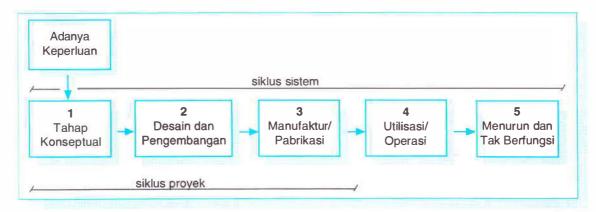
Sistem mempunyai keterbatasan yang disebabkan oleh faktor luar dan faktor dalam. Faktor luar berupa hambatan dari lingkungan, sedangkan faktor dari dalam adalah keterbatasan sumber daya.

A. Siklus dan Proses Sistem

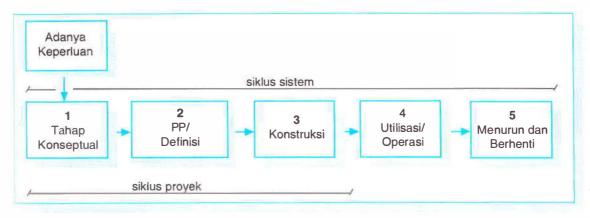
Aspek penting dari pendekatan sistem terletak pada siklus sistem dan prosesnya, yaitu perubahan teratur yang mengikuti pola dasar tertentu dan terjadi selama sistem masih aktif. Sistem yang aktif akan bergerak seiring dengan berjalannya waktu. Seperti terlihat pada peristiwa alam, pola dasar dimulai dari lahir, kemudian tumbuh dan berkembang, mencapai prestasi puncak, menurun, dan akhirnya berhenti tidak berfungsi lagi. Semua produk atau fasilitas yang merupakan sistem buatan manusia juga mengikuti siklus dan proses seperti sistem ciptaan alam di atas. Dengan titik tolak pandangan demikian, maka dapat diantisipasi tahap-tahap yang akan dilalui dan langkah-langkah yang diperlukan untuk mengelola sistem dan semua tahap dengan sebaik-baiknya. Sebagai contoh, sistem buatan manusia adalah sistem produk (pesawat terbang) yang siklus dan proses sistemnya seperti pada Gambar 4-2a dan untuk sistem berbentuk pabrik dan fasilitas produksi yang lain terdapat pada Gambar 4-2b.

Penahapan dalam Siklus Sistem

Proses mewujudkan sistem untuk keperluan operasi atau produksi sampai siklus sistem berhenti berfungsi dikelompokkan menjadi beberapa tahap yang dibedakan atas jenis kegiatan yang dominan. Dalam hal ini terdapat beberapa sistematika pembagian tahap serta terminologi yang dipakai, seperti terlihat pada Gambar 4-2a dan b. Tahap desain



Gambar 4-2a Siklus sistem-produk (mesin, kendaraan, dan lain-lain).

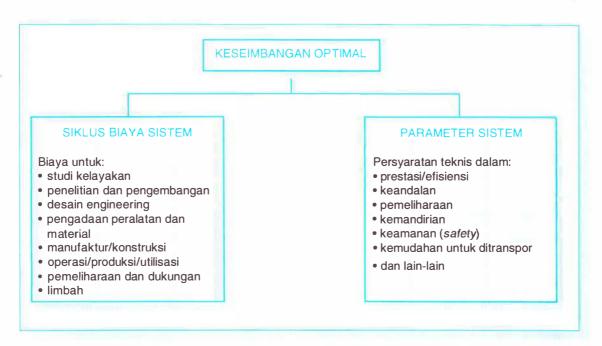


Gambar 4-2b Siklus sistem fasilitas (pabrik, prasarana).

dan pengembangan yang terdapat pada Gambar 4-2a adalah identik dengan tahap PP/ Definisi yang dibicarakan pada Bab 1. Jadi, menurut sudut pandang sistem, setiap sistem baik sistem produk, instalasi produksi atau manufaktur, atau yang lain, mempunyai masa siklus dan tahapan-tahapan tertentu. Bila hal tersebut tidak sepenuhnya dipahami maka akan mengarah kepada pengambilan keputusan yang tidak tepat, seperti tetap memproduksi produk yang sudah ketinggalan jaman, mempertahankan peralatan yang sudah usang teknologinya, menggunakan sistem pengelolaan yang sudah tidak cocok, dan lain-lain, yang kesemuanya dalam jangka panjang akan merugikan perusahaan.

B. Siklus Sistem dan Siklus Biaya

Dalam rangka mewujudkan gagasan menjadi kenyataan fisik, maka perlu penilaian menyeluruh terhadap sistem yang bersangkutan. Yang dinilai adalah karakteristik teknis sistem yang dijabarkan sebagai parameter, spesifikasi, dan kriteria terhadap biaya yang diperlukan. Karakteristik sistem yang dihasilkan dari gabungan parameter teknis, seperti ukuran-ukuran dimensi, berat, kapasitas, prestasi, kecepatan, kualitas, keandalan, dan lain-lain yang pada gilirannya akan menentukan efektivitas teknis sistem. Sisi lain yang perlu dikaji dan dipertimbangkan adalah biaya yang berkaitan dengan mewujudkan sistem tersebut, ditambah biaya untuk mendukung operasi atau produksi dan pemeliharaan. Biaya ini disebut siklus biaya (life cycle cost), mencakup semua biaya yang diperlukan selama periode siklus sistem (system life cycle), yaitu dari penelitian dan pengembangan, desainengineering, manufaktur dan konstruksi, sampai pada operasi atau produksi atau utilisasi dan pemeliharaan. Jadi, di sini berarti perhatian terhadap biaya haruslah integral, dan harus dihindari, misalnya, suatu sistem



Gambar 4-3 Keseimbangan antara siklus biaya sistem dengan parameter sistem yang hendak diwujudkan.

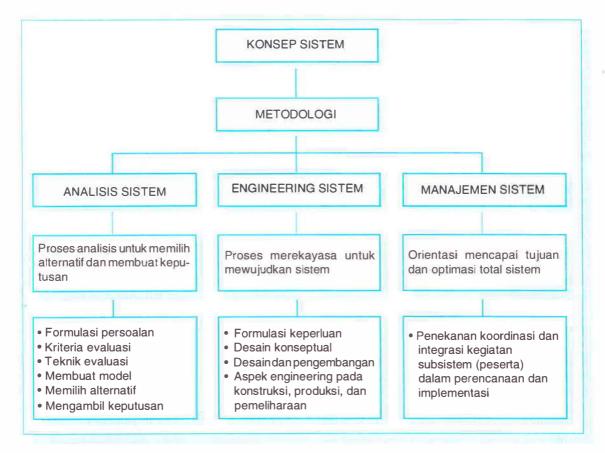
biaya akuisisinya rendah tetapi biaya operasi atau pemeliharaannya tinggi sehingga biaya total siklus sistem akan berjumlah tinggi. Agar dapat memperkirakan dan menganalisis secara sistematis, biaya tersebut dikelompokkan menjadi biaya untuk mewujudkan sistem secara fisik (biaya proyek) atau biaya akuisisi dan biaya yang berkaitan dengan operasi atau produksi dan pemeliharaan. Memperkirakan dan menganalisis kelompok biaya kedua lebih sulit dibanding kelompok pertama, hal ini disebabkan lamanya kurun waktu periode yang bersangkutan.

Kembali pada masalah mewujudkan sistem dan hubungannya dengan biaya selama siklus sistem, maka yang harus diusahakan adalah tercapainya keseimbangan optimal antara biaya yang diperlukan dengan sistem yang hendak diwujudkan untuk mencapai tujuan usaha. Ini berarti harus dilakukan analisis efektivitas sistem terhadap siklus biaya dan diadakan penyesuaian-penyesuaian sampai tercapai keseimbangan optimal antara biaya yang diperlukan, keterbatasan biaya, dan efektivitas sistem yang dapat dicapai. Tentu saja setiap situasi akan melahirkan keseimbangan optimal yang berbeda-beda tergantung dari gabungan parameter yang dikehendaki dan tersedianya biaya, atau sebaliknya. Keseimbangan antara siklus biaya sistem dan parameter sistem terdapat pada Gambar 4-3.

4-3 Aplikasi Konsep Sistem

Di bagian awal bab ini telah dibahas secara singkat arti dan maksud dari konsep sistem. Konsep sistem adalah suatu konsep pemikiran yang bertujuan memandang sesuatu atas dasar totalitas. Langkah berikutnya adalah bertujuan mengetahui bagaimana aplikasi konsep sistem tersebut dalam melakukan suatu kegiatan. Misalnya, sebagai strategi untuk memecahkan

suatu masalah, perencanaan, dan implementasi. Untuk maksud tersebut dikenal suatu pendekatan sistem (system approach) dengan rumusan metodologinya, yaitu analisis sistem, engineering sistem, dan manajemen sistem seperti terlihat pada Gambar 4-4. Masingmasing metodologi tersebut akan dibahas berikut ini.



Gambar 4-4 Ikhtisar konsep sistem berikut metodologinya.

A. Analisis Sistem

Pengambilan keputusan adalah bagian dari perencanaan yang akan selalu dihadapi oleh setiap pengelola suatu usaha. Pihak berwenang akan memilih alternatif terbaik dari yang tersedia. Tetapi pertanyaan berikutnya adalah bagaimana menentukan alternatif yang terbaik. Untuk suatu persoalan yang sederhana, menentukan alternatif mungkin dapat dilakukan tanpa banyak mengalami kesulitan, tetapi untuk sistem yang kompleks diperlukan metode tertentu untuk menghadapinya. Dalam konsep sistem tersedia metodologi untuk menghadapi persoalan di atas, yaitu, analisis sistem. Pada garis besarnya analis sistem adalah menganalisis dan memecahkan masalah pengambilan keputusan dengan memilih alternatif yang terbaik, dengan melihat sumber daya yang diperlukan dibandingkan manfaat yang akan diperoleh, termasuk pengkajian risiko yang mungkin dihadapi. Pemilihan di atas dilakukan dengan simulasi, atau metode matematis yang lain sebelum memberi kesimpulan dan mengambil keputusan berdasarkan *judgment* (penilaian) atas dasar pengalaman.

Proses Analisis Sistem

Telah disebutkan di atas bahwa analisis sistem adalah proses mempelajari suatu kegiatan, lazimnya dengan cara-cara matematis, untuk menentukan (mengambil keputusan) tujuan, kemudian menyusun prosedur operasi dalam rangka mencapai tujuan tersebut secara efisien. Dalam perkembangan selanjutnya, analisis sistem ini tidak hanya menggunakan cara matematis tetapi juga nonmatematis. Untuk membantu dan memudahkan pengambilan keputusan, analisis sistem acapkali mempergunakan model. Model ini dapat berbentuk fisik, formulasi matematik, atau program komputer. Proses

analisis sistem terdiri dari beberapa tahap, yaitu formulasi, penelitian, analisis/kesimpulan, dan verifikasi, seperti terlihat pada Gambar 4-5. Pada tahap pertama, adalah formulasi atau merumuskan ide yang timbul. Awal dari ide tersebut dapat berupa gagasan yang masih berupa konsep, kemudian dikembangkan dengan memberikan penjelasan perihal tujuan, lingkup, risiko, dan lain-lain.

Tahap berikutnya adalah penelitian yang mengumpulkan dan mempelajari data dan informasi perihal gagasan tersebut. Pada tahap ini, komponen sistem dan hubungan di antaranya diidentifikasi, kemudian sumber daya yang diperlukan dan antisipasi hambatan yang mungkin timbul diperkirakan. Selanjutnya, alternatif untuk mencapai tujuan yang dimaksud disajikan.

Periode selanjutnya, adalah tahap analisis yang membuahkan kesimpulan. Pada tahap ini umumnya dibuat model untuk membandingkan alternatif-alternatif, yang hasilnya diajukan kepada yang berwenang untuk diambil keputusan.

Tahap akhir adalah verifikasi, di sini kesimpulan yang telah diambil diuji coba dalam praktek atau penggunaannya secara nyata, dengan demikian akan diketahui kebenaran atau kekurangan kesimpulan yang telah diambil.

Dari proses di atas terlihat bahwa metode analisis sistem relatif memerlukan waktu untuk menyelesaikan langkah-langkah yang diperlukan sebelum sampai kepada suatu kesimpulan, tetapi menyajikan suatu cara yang logis dan konsisten. Oleh karena itu, apabila yang dihadapi adalah pemilihan berbagai macam alternatif, maka metode ini dapat menghasilkan keputusan yang lebih akurat dibanding pertimbangan yang hanya bersifat intuitif.

B. Engineering Sistem

Engineering sistem adalah proses yang teratur dalam aspek engineering untuk mewujudkan suatu gagasan menjadi sistem yang diinginkan bagi keperluan operasi atau utilisasi. Apabila digunakan definisi yang lengkap dari B. S. Blanchard (1990) akan menjadi sebagai berikut:

"Engineering sistem adalah aplikasi yang efektif dari usaha-usaha ilmu pengetahuan dan engineering dalam rangka mewujudkan kebutuhan operasional menjadi suatu sistem konfigurasi tertentu, melalui proses yang saling terkait berupa definisi keperluan analisis fungsional, sintesis, optimasi, desain, tes, dan evaluasi."



Gambar 4-5 Proses analisis sistem

Dengan kata lain, dilihat dari sudut keperluan operasional, engineering sistem adalah metodologi dalam merekayasa dengan teratur dan sistematis dalam rangka memenuhi keperluan operasional yang timbul ke dalam suatu perwujudan fisik (fasilitas atau produk) dengan cara yang efektif dan efisien. Langkah-langkah tersebut terdiri dari:

- Menjabarkan keperluan-keperluan operasional menjadi parameter dari sistem yang diperlukan melalui proses analisis fungsional, definisi, sintesis, prestasi, keandalan, kemampuan produksi, dan lain-lain.
- Mengintegrasikan parameter-parameter teknis tersebut di atas ke dalam suatu kegiatan desain-engineering yang akan mengoptimalkan sistem secara keseluruhan

Siklus dan Proses Engineering Sistem dalam Siklus Sistem

Seperti halnya dengan sistem itu sendiri, engineering sistem mempunyai siklus yang ditandai oleh seluruh spektrum aktivitas yang terdiri dari beberapa tahap. Tahap-tahap tersebut diawali identifikasi kebutuhan, dilanjutkan dengan desain dan pengembangan, aspek engineering pada konstruksi, produksi, operasi dan pemeliharaan. Pada akhirnya sistem berhenti tak berguna lagi. Aktivitas masing-masing tahap memiliki hubungan tertentu dengan tahap sebelum dan sesudahnya. Oleh karena itu, amatlah penting untuk memperhatikan keseluruhan siklus bila ingin mengelola engineering sistem dengan hasil yang optimal. Tahap-tahap dalam sistem engineering mempunyai kurun waktu maupun sifat yang berbeda-beda tergantung dari keperluan, tujuan dan kompleksitas sistem tersebut. Pola umum siklus engineering sistem di dalam siklus sistem (produk) mengikuti Gambar 4-6.

Pemahaman akan sifat siklus engineering sistem tersebut adalah penting untuk mengantisipasi, mengarahkan, dan merencanakan tindakan-tindakan pengelolaan yang tepat dalam aspek desain-engineering. Siklus sistem dan siklus engineering sistem dimulai dengan timbulnya kebutuhan. Bila hal tersebut terjadi, yang harus dihadapi pertama-tama adalah mengidentifikasi seberapa jauh keperluan

tersebut harus dipenuhi dan memperkirakan secara kasar seberapa besar sumber daya yang sekiranya diperlukan. Pada taraf ini belum diperlukan analisis cara memecahkan persoalan yang timbul secara spesifik, tetapi baru dipusatkan pada cara mencari jawaban atas pertanyaan apakah benar kebutuhan tersebut harus segera diatasi dan diprioritaskan. Adapun tahap atau proses selanjutnya adalah seperti berikut.

a. Tahap Konseptual

Memperjelas dan merumuskan permasalahan dalam suatu studi kelayakan, termasuk menentukan tujuan dan sasaran. Mengkaji dasar-dasar keperluan untuk mewujudkan sistem, operasi sistem, dan pemeliharaan.

b. Desain Pendahuluan dan Definisi Sistem

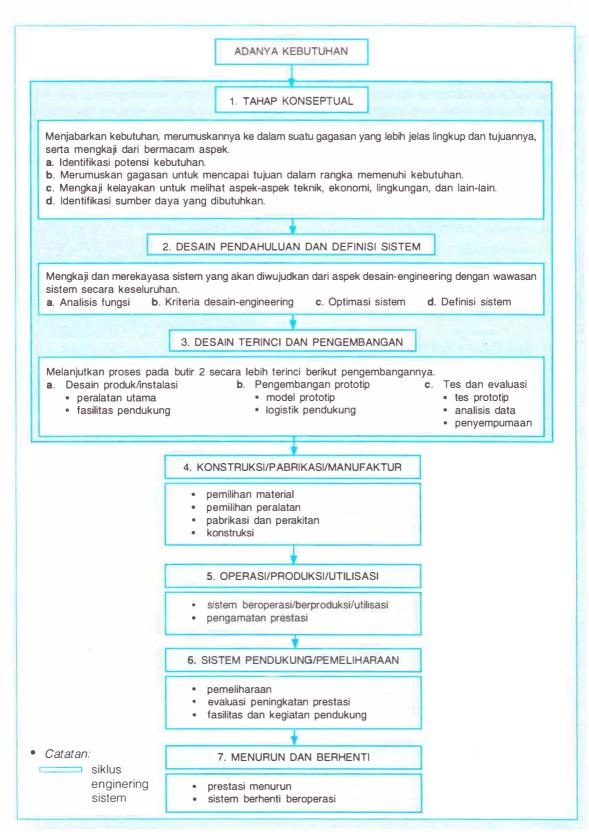
Menentukan fungsi utama sistem berarti meletakkan dasar untuk penyusunan kriteria dan spesifikasi peralatan yang diperlukan, kualitas dan kuantitas pegawai, fasilitas pendukung, pemeliharaan, dan lain-lain. Kemudian mengelompokkan dalam subsistem, dilanjutkan dengan melakukan analisis untuk mengevaluasi alternatif desain secara terperinci seperti:

- Melihat semua aspek untuk mewujudkan sistem (konstruksi atau manufaktur), operasi, dan pemeliharaan
- Mendefinisikan masing-masing fungsi semua komponen sistem (peralatan utama, peralatan pendukung, dan lain-lain).
- Mencari keseimbangan antara keperluan dengan sumber daya yang tersedia, dengan mengkaji parameter teknis yang dibandingkan dengan siklus biaya.

Jadi, misalnya pada suatu proyek E-MK, maka kegiatan ini mencoba menerjemahkan kebutuhan-kebutuhan operasi, pemeliharaan, dan pendukungnya ke dalam parameter desain-engineering secara spesifik, kuantitatif, dan kualitatif.

c. Desain Terinci

Desain terinci melanjutkan segala sesuatu yang dasar-dasarnya telah diletakkan pada



Gambar 4-6 Siklus enginering sistem dari siklus sistem suatu produk.

langkah sebelumnya, terdiri dari kegiatankegiatan menyiapkan deskripsi konfigurasi subsistem, komponen sistem, dan perincian lain-lainnya. Pada akhirnya desain terinci menghasilkan dokumen-dokumen seperti gambar-gambar engineering, gambar konstruksi, dan lain-lain. Termasuk kegiatan desain terinci adalah membuat model dan menyusun prosedur tes dan evaluasi. Secara singkat kegiatan ini terdiri dari:

- Deskripsi dari spesifikasi, kriteria, dan konfigurasi terinci dari subsistem atau komponen sistem.
- Membuat dokumen engineering subsistem seperti gambar engineering, gambar konstruksi, dan lain-lain.
- Membuat model dari sistem yang hendak dibangun.
- Menyiapkan prosedur inspeksi, tes, dan evaluasi.

Seperti telah disinggung di muka bahwa desain-engineering hendaknya ditujukan ke arah pemenuhan kebutuhan operasi dan pemeliharaan sistem dengan mengingat kendala biaya siklus sistem. Oleh karena itu, pada taraf desain terinci ini, masalah tersebut hendaknya telah dapat dipecahkan dan dimasukkan sebagai syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam pembuatan produk-produk desain engineering.

Adapun kebutuhan operasi dan pemeliharaan yang dominan terdiri dari:

- Memenuhi kinerja teknis (technical performance), baik kapasitas maupun mutu.
 - Bersifat tangguh atau dapat dipercaya (reliable), beroperasi dengan baik selama kurun waktu yang telah ditentukan.
 - Memperhatikan faktor manusia yang akan mengerjakan operasi dan pemeliharaan, tidak sulit, tidak cepat melelahkan, dan cukup memperhatikan aspek keamanan (safety).
 - Memperhatikan faktor productibility, constructibility, dan maintainability.
 - Keluwesan atau flexibility, misalnya, suatu sistem yang diwujudkan harus mampu beroperasi dengan kapasitas yang berubah-ubah atau mutu yang bervariasi.

- Transportasi, sistem, atau produk yang dihasilkan telah memasukkan faktor transportasi yang dihadapi, misalnya ukuran, dimensi, berat rakitan, dan lain-lain.
- Pemeriksaan dan inspeksi, yaitu, apakah sistem atau produk yang dihasilkan telah memperhatikan kemudahan bagi pemeriksaan, inspeksi, dan testing yang setiap waktu diperlukan.
- Tersedianya material atau komponen di lokasi atau daerah yang berdekatan.

Setelah memperhatikan kebutuhan-kebutuhan di atas maka faktor terakhir yang tidak kalah penting adalah pertimbangan ekonomis. Bagaimanapun baiknya hasil desain-engineering yang dibuat harus didukung juga oleh faktor ekonomi, agar dapat direalisasi dan dipertanggungjawabkan dalam jangka panjang. Gambar 4-3 menunjukkan beberapa faktor yang harus diperhatikan dalam desain-engineering dan bila telah tercapai pemecahan serta kesimpulan akhir, ditampung (incorporated) dalam produk-produk desain-engineering terinci.

d. Pabrikasi dan Konstruksi

Pada tahap ini, engineering sistem mendukung aspek engineering dari seluruh kegiatan, mulai dari pembelian material, peralatan pabrikasi dan manufaktur, konstruksi, inspeksi, dan uji coba, dalam rangka mewujudkan sistem yang diinginkan menjadi kenyataan fisik, yang siap untuk dioperasikan.

c. Operasi atau Produksi

Pada tahap ini sistem beroperasi atau berproduksi (misalnya, pabrik), atau utilisasi (misalnya, pesawat terbang). Pendekatan engineering sistem bermaksud mendukung sistem yang telah terwujud agar dapat beroperasi sesuai dengan kapasitas atau prestasi yang telah ditentukan dengan cara antara lain melakukan pemeriksaan, inspeksi berkala, evaluasi untuk perbaikan, dan lain-lain.

f. Pendukung dan Pemeliharaan

Tahap keenam ini merupakan aspek engineering dari pemeliharaan yang dapat dimodifikasi bila diperlukan dan didukung pelayanan teknis yang lain agar sistem dapat beroperasi atau berfungsi sesuai dengan yang diharapkan.

g. Menurun dan Berhenti

Di sini fungsi sistem mulai menurun, misalnya karena bagian-bagian yang merupakan komponen (peralatan) telah menjadi usang dan akhirnya seluruh sistem berhenti karena tidak ekonomis lagi untuk berfungsi. Pada aspek engineering diadakan evaluasi apakah perbaikan memang sudah tidak ekonomis lagi untuk dilakukan.

Sepanjang proses engineering sistem dilakukan kegiatan evaluasi untuk meyakini bahwa sistem yang akan diwujudkan betul-betul dapat memenuhi tujuan dan sasaran yang telah ditentukan seperti kriteria mutu, prestasi, dan efisiensi dalam operasi atau penggunaannya.

Siklus Proyek dan Siklus Sistem

Pada Bab 1 telah disinggung perihal siklus proyek. Di manakah letaknya siklus proyek tersebut bila dihubungkan dengan siklus sistem, misalnya sistem produk? Mengingat proyek adalah kegiatan atau usaha yang bertujuan mewujudkan gagasan menjadi bentuk fisik, maka hal ini sama dengan bagian dari sistem, yaitu mulai dari definisi keperluan, tahap konseptual, engineering pendahuluan, engineering terinci, sampai dengan konstruksi atau manufaktur. Di sini instalasi atau produk hasil proyek telah terwujud dalam bentuk fisik. Tahap atau proses perwujudan tersebut sering disebut akuisisi (acquisition). Adapun proses dari siklus sistem selanjutnya, seperti operasi atau produksi dan pemeliharaan, sudah di luar siklus proyek. Meskipun demikian, dalam menentukan berbagai faktor dan parameter pada proses akuisisi harus diperhitungkan keperluan-keperluan tahap operasi atau produksi dan pemeliharaan. Inilah yang merupakan ciri pokok pendekatan total sistem.

C. Manajemen Sistem

Di atas telah dibicarakan beberapa metodologi konsep sistem, yaitu analisis sistem dan engineering sistem. Metodologi yang lain adalah manajemen sistem, yaitu mengelola suatu organisasi atau usaha dengan pendekatan sistem. Sama halnya dengan dua metodologi terdahulu, manajemen sistem juga berorientasi ke totalitas. Hal ini berarti penekanan terletak pada keberhasilan tujuan sistem secara keseluruhan, dengan demikian pengelolaan dilakukan berdasarkan pertimbangan optimasi total sistem dan bukan komponen-komponennya. Manajemen sistem menitikberatkan pada terselenggaranya koordinasi dan integrasi di antara komponenkomponennya, baik dalam aspek perencanaan, implementasi, maupun pengendalian agar terdapat sinkronisasi dalam usaha mencapai tujuan total sistem secara efektif. H. Kerzner (1989) merumuskan definisi manajemen sistem dipandang dari sudut pengelolaan perusahaan sebagai berikut:

"Sejumlah unsur, baik manusia ataupun bukan manusia (nonhuman) diorganisir dan diatur sedemikian rupa sehingga unsur-unsur tersebut bertindak sebagai kesatuan dalam rangka mencapai tujuan."

Jadi, manajemen sistem ditandai oleh orientasi keberhasilan misi total sistem. Keputusan-keputusan didasarkan atas optimasi total sistem, bukan unsur-unsurnya (kepentingan perusahaan, bukan kepentingan divisi-divisi logistik, pemasaran, manufaktur, dan lain-lain). Umumnya usaha-usaha besar melibatkan banyak organisasi sebagai peserta, sehingga penanggung jawab langsung, dalam hal ini pimpinan sistem, hendaknya mencurahkan perhatiannya pada masalah-masalah saling ketergantungan dan keterkaitan di antara organisasi atau komponen organisasi peserta (subsistem).

4-4

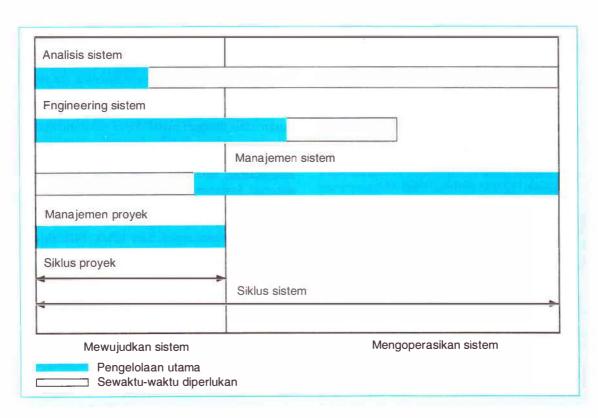
Kegunaan Konsep Sistem bagi Manajemen Proyek

Dari Gambar 4-2a dan b serta penjelasan-penjelasan yang menyertainya disebutkan bahwa

siklus proyek adalah bagian dari siklus sistem (misalnya, sistem produk). Dengan demikian,

pokok-pokok metodologi sistem—seperti pemakaian analisis sistem sebagai pola pengambilan keputusan, engineering sistem untuk proses mewujudkan gagasan menjadi sistem secara fisik, dan manajemen sistem sebagai pendekatan pengelolaan yang menekankan aspek koordinasi dan integrasi subsistem agar menjadi satu sistem terpadu-mengarah ke suksesnya tujuan sistem. Semua ini tepat untuk digunakan dalam usaha mencapai keberhasilan penyelenggaraan proyek, terutama bagi proyek yang berukuran besar dan kompleks seperti proyek E-MK. Pada masa awal proyek, yaitu pada tahap konseptual dan PP/Definisi di mana kegiatan perencanaan—termasuk pengambilan keputusan merupakan kegiatan yang dominan maka penggunaan analisis sistem akan menaikkan kualitas keputusan yang akan diambil. Pada tahap implementasi, yaitu setelah proyek dinyatakan lulus evaluasi dan seleksi, serta telah tersedia sumber daya, manajemen proyek memusatkan perhatian pada keberhasilan pelaksanaan pekerjaan dengan cara sebagai berikut:

- Mengelola para peserta proyek (konsultan, kontraktor, rekanan penyandang dana, dan lain-lain) dengan pengertian bahwa mereka adalah subsistem dari suatu sistem (proyek). Mereka harus diarahkan untuk mencapai sasaran bersama, yaitu keberhasilan proyek, meskipun terdapat tujuan yang berlainan. (Pemilik ingin menekan biaya proyek, sedangkan kontraktor atau rekanan ingin meningkatkan laba.)
- Mengelola proyek dengan menyadari bahwa proyek adalah bagian dari siklus sistem yang utuh, jadi mengikuti pola tahap konseptual, desain pendahuluan dan pengembangan, desain terinci, sampai pada konstruksi atau manufaktur, dengan memperhatikan keperluan-keperluan untuk tahap berikutnya (operasi atau produksi dan pemeliharaan).
- Mengelola proyek dengan memahami siklus proyek dan siklus sistem, sehingga dapat mengikuti dinamika kegiatan dan



Gambar 4-7 Pengelolaan selama siklus proyek dan siklus sistem.

mengantisipasi kapan, jumlah, dan jenis sumber daya yang harus disediakan.

Di masa berlangsungnya proyek (siklus proyek), aktivitas pengelolaan akan mengalami perubahan dengan intensitas sesuai dengan macam dan besarnya kegiatan yang dihadapi pada waktu itu, seperti telah dibahas pada Bab 1, yaitu perilaku kegiatan proyek yang dinamis. Sedangkan pada tahap operasi atau produksi pengelolaan bersifat operasional rutin. Penekanan aktivitas pengelolaan untuk

masing-masing tahap terlihat pula pada Gambar 4-7. Sekali lagi ditekankan di sini bahwa salah satu aplikasi yang penting dari pendekatan sistem pada pengelolaan proyek adalah bahwa proyek tersebut merupakan bagian dari total sistem, sehingga keinginan atau syarat-syarat yang diperlukan agar produk atau fasilitas produksi dapat bekerja dengan efektif dan efisien pada tahap operasi haruslah diperhatikan pada waktu mengelola proyek.

4-5

Integrasi dan Koordinasi

Telah disebutkan pada awal Bab 4 bahwa konsep sistem bertujuan agar pelaksanaan tugas hendaknya berorientasi pada totalitas. Hal ini diupayakan dengan mengadakan koordinasi dan integrasi pengelolaan subsistem yang bersangkutan. Dalam konteks ini, yang dimaksud dengan integrasi dan koordinasi adalah proses yang bertujuan agar komponen-komponen kegiatan proyek (subsistem, bagian kegiatan personil, dan lain-lain) dapat berfungsi sebagai kesatuan yang utuh atau terpadu untuk mencapai tujuan sistem (proyek) secara efektif dan efisien. Dalam hubungan ini, menarik untuk memperhatikan hasil penelitian Peter Moris yang menunjukkan bahwa fungsi integrasi dan koordinasi diperlukan bila dijumpai keadaan sebagai berikut:

- Sasaran dan tujuan organisasi memerlukan kelompok-kelompok yang berbeda untuk bekerja sama secara erat.
- Bekerja dalam lingkungan yang berubah dengan cepat.
- Pekerjaan bersifat interrelated dan interconnected
- Teknologi dan metode yang digunakan bermacam-macam
- Struktur organisasi kompleks dan sering mengalami perubahan.

Keadaan yang digambarkan di atas dijumpai hampir di setiap proyek terutama pada proyek-proyek besar sebagaimana telah dibahas dalam Bab 1, 2, dan 3. Proses integrasi dan koordinasi (I & K) selama siklus proyek dapat dibedakan menjadi internal dan eksternal.

Proses I & K internal berkaitan dengan interaksi komponen kegiatan proyek itu sendiri, misalnya hasil kegiatan tahap konseptual berupa studi kelayakan akan menjadi masukan utama tahap berikutnya yaitu tahap PP/Definisi. Interaksi tersebut umumnya berlangsung secara intensif dan seringkali memerlukan "trade-off" di antara komponen kegiatan yang bersangkutan.

Proses integrasi dan koordinasi eksternal ditandai oleh kenyataan bahwa proyek melibatkan banyak peserta di dalam (antarbidang) organisasi perusahaan yang bersangkutan, dan dengan pihak luar (subkontraktor, rekanan, pemerintah dan lain-lain) satu dengan yang lain mempunyai hubungan dan keterkaitan tertentu yang harus berfungsi sebagai kesatuan yang utuh. Agar proyek dapat mencapai sasaran dengan efektif dan efisien, diperlukan langkah koordinasi dan integrasi secara tepat dan ketat. Bila tidak, maka dikhawatirkan mereka akan bergerak sendiri-sendiri dan ini berakibat negatif terhadap pencapaian sasaran.

Proses Integrasi

Proses integrasi tidak berjalan dengan sendirinya tetapi harus direncanakan, didorong dan dilakukan tindakan khusus oleh pengelola proyek. Berikut adalah tindakan-tindakan yang diperlukan agar proses integrasi berlangsung efektif:

- 1. Menciptakan suasana yang mendukung proses integrasi.
- Menjalin proses perencanaan → implementasi perencanaan → pengendalian secara ketat dalam berbagai aspek kegiatan dan peserta.
- 3. Mengelola konflik secara tepat.
- Memelihara komunikasi yang aktif dengan stake holder.

Menciptakan Suasana yang Mendukung

Suasana yang mendukung (conducive) perlu diciptakan agar perusahaan yang bersangkutan siap menerima dan mendukung aktivitas yang diperlukan proyek. Penciptaan suasana yang mendukung ini terdiri dari serangkaian tindakan, antara lain:

- Mengidentifikasi para peserta/pelaksana dan penjelasan tentang adanya proyek serta garis besar rencana pengelolaannya.
- Mengidentifikasi bidang fungsional dan manajer yang akan berperan.
- Menunjuk pimpro sebagai penanggung jawab proyek.
- Menerbitkan project charter yang menjelaskan batas-batas otoritas pimpro dengan manajer fungsional.
- Mengidentifikasi keperluan sumber daya yang diperlukan proyek seperti keuangan, peralatan, personil, dan lain-lain.
- Menyiapkan prosedur koordinasi proyek, yang menjelaskan tata cara kerja sama antara para peserta atau pelaku inti (pemilik, kontraktor, konsultan, vendor, penyandang dana, dan lain-lain).

Langkah awal di atas dilakukan oleh pimpinan perusahaan sebelum implementasi fisik dimulai.

b. Menjalin Perencanaan dan Pengendalian Secara Ketat

Salah satu cara yang efektif agar terbentuk integrasi antara berbagai komponen kegiatan proyek adalah mengusahakan terjalinnya perencanaan dan pengendalian dalam bentuk siklus perencanaan → implementasi (pelaksanaan dari perencanaan) → pengendalian →

koreksi. Hal ini terjadi karena aspek perencanaan dan pengendalian secara berurutan diperlukan untuk pengelolaan baik oleh komponen kegiatan proyek (yang relatif mandiri) maupun kegiatan proyek yang dikerjakan oleh berbagai peserta atau pelaku. Dengan adanya proses perencanaan-implementasi pengendalian-koreksi di atas yang menjangkau proyek secara keseluruhan, komponen kegiatan yang kelihatannya terpecah-pecah itu diharapkan dapat menjadi kesatuan yang terpadu.

c. Mengelola Konflik Secara Tepat

Konflik akan selalu terjadi bila dua individu atau kelompok mengadakan kerja sama. Konflik yang tidak berlebihan dan dikelola dengan baik akan berdampak positif; sebaliknya konflik yang berlebihan dan tidak dikelola dengan baik akan dapat merugikan penyelenggaraan proyek. Mengelola konflik dalam proyek berarti mengelola individu atau kelompok yang harus bekerja sama dalam waktu relatif pendek, dengan sasaran yang sekaligus sama dan berbeda. Dalam keadaan demikian, pimpro diharapkan memiliki antisipasi yang tajam dan menguasai cara (konsep) menghadapinya.

Salah satu yang sering menjadi sebab timbulnya konflik adalah penentuan prioritas alokasi sumber daya (tenaga ahli, peralatan, dana, dan lain-lain), terutama bagi perusahaan yang menangani multiproyek. Dalam hal demikian, pimpinan perusahaan, misalnya Kepala Divisi Proyek, perlu mengikut-sertakan para pimpro dan stafnya dalam menyusun perencanaan alokasi sumber daya yang sedang dan akan dilaksanakan.

d. Memelihara Komunikasi dengan Stake Holder

Salah satu sarana integrasi yang penting adalah memelihara komunikasi dengan stake holder proyek, terutama mereka yang langsung berurusan sehari-hari dengan proyek seperti tim proyek pemilik, kontraktor, subkontraktor, rekanan, manufacturer, dan lain-lain. Umumnya pimpro harus menyediakan sebagian besar waktunya guna mengurusi komunikasi, seperti mengadakan rapat operasional proyek,

menyusun dan me-review laporan, prosedur dan kebijakan, klasifikasi petunjuk dari atasan dan pendapat dari stake holder yang lain, serta di atas menjadi prasyarat terbentuknya integrasi baik yang bersifat internal maupun eksternal. Lebih jauh, adanya komunikasi terbuka akan dapat meminimalkan terjadinya hal-hal yang berakibat negatif terhadap usaha integral seperti perbedaan persepsi, antagonisme antara pelaku atau organisasi dan sikap melawan perubahan (resistance to change).

Spesialisasi dan Integrasi

Dari sudut lain perlunya fungsi integrasi dikemukakan oleh Lawrence dan Lorch bahwa, dengan majunya perkembangan ilmu dan teknologi dan semakin kompleksnya sistem yang dikelola, diperlukan spesialisasi yang semakin mendalam. Dengan sendirinya timbul keperluan akan koordinasi dan integrasi agar para spesialis tidak terpisahkan dan terbenam dalam "keasyikan" di bidangnya masing-masing. Dalam pengelolaan proyek yang efektif dituntut terciptanya keseimbangan antara kedua keperluan tersebut. Karena bidang fungsional (pendukung proyek) dianggap berorientasi ke spesialisasi, maka tugas pimpro adalah melakukan koordinasi dan integrasi agar dicapai keseimbangan yang diinginkan.

4-6

"Interface Management"

Dalam usaha memahami lebih jauh fungsi integrasi pada pengelolaan proyek, R. D. Achibald (1979) mencoba menghubungkannya dengan apa yang dikenal sebagai *interface management* yang didefinisikan sebagai berikut:

"Interface management adalah merencanakan dan mengendalikan interaksi antara berbagai unsur kegiatan dan organisasi para peserta atau stake holder pada waktu dan area tertentu".

Lebih lanjut dijelaskan bahwa interface management terdiri dari identifikasi, dokumentasi, penyusunan jadwal, komunikasi dan pengendalian interface unsur kegiatan dan organisasi peserta proyek. Dengan demikian, terlihat bahwa suatu interface management yang efektif merupakan syarat penting terciptanya proses integrasi.

Contoh Interface Management

Contoh yang jelas suatu interface management adalah yang berlangsung di zona ketika terjadi interaksi antara proyek dan organisasi peserta yang bersangkutan, yang dikenal sebagai daerah antarfase (organizational interface). Gambar 4-8 memperlihatkan dua bidang sebagai organisasi peserta yang menangani

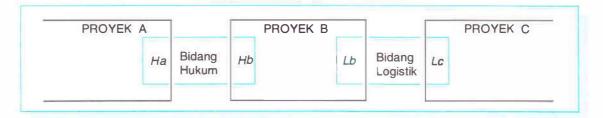
penyelenggaraan beberapa proyek (A, B dan C), yaitu bidang hukum dan logistik. Tidak seluruh seksi di departemen tersebut terlibat, tetapi hanya sebagian misalnya Seksi Ha (kontrak) dari bidang hukum untuk proyek A, Hb untuk proyek B. Seksi pembelian (Lb) dari bidang logistik untuk proyek B dan Lc untuk proyek C. Seksi-seksi Ha, Hb, Lb dan Lc inilah yang dimaksudkan sebagai daerah antarfase di mana pihak proyek hendaknya memperhatikan sepenuhnya dalam bentuk koordinasi dan integrasi agar bagian pekerjaan proyek yang dikerjakan di seksi-seksi tersebut sesuai dengan keperluan dan kepentingan proyek yang bersangkutan dari segi lingkup, jadwal, biaya, dan mutu.

Jenis Interface

Di samping pembagian menjadi statis dan dinamis, *interface* dapat pula digolongkan menjadi personil, organisasi, dan sistem.

a. Interface Personil

Dalam proyek terdapat individu atau kelompok yang harus bekerja sama antara satu dengan yang lain. Hal ini selalu menimbulkan potensi untuk timbulnya persoalan karena kepentingan yang sekaligus mengandung unsur kesamaan dan perbedaan.



Gambar 4-8 Daerah antarfase *Ha, Hb, Lb* dan *Lc* yang memerlukan koordinasi dan integrasi dari proyek yang bersangkutan.

b. Interface Organisasi

Setiap unit organisasi pelaku proyek, di samping memiliki tujuan bersama, juga mempunyai tujuan sendiri. Misalnya, di samping ingin mensukseskan pelaksanaan proyek, kontraktor juga ingin mendapatkan laba. Pengelolaan *interface* jenis ini cukup sulit, karena para organisasi pelaku umumnya telah merumuskan tujuannya secara konkret dan memegang teguh tujuan tersebut. Contoh *interface* organisasi dapat dilihat dalam Gambar 4-8.

c. Interface Sistem

Interface sistem adalah interface yang berkaitan dengan sistem nonhuman, seperti perangkat keras, fasilitas, instalasi produk dan lain-lain yang sedang dikerjakan dalam suatu proyek. Ini dapat terdiri dari interface fisik yang terdapat pada komponen-komponen yang saling berhubungan (interconnecting part).

Interface dengan Stake Holder

Secara umum yang dimaksud dengan *stake holder* proyek adalah individu, kelompok atau organisasi yang:

- Aktif ikut serta dalam kegiatan proyek.
- Dalam jangka pendek atau panjang akan terkena dampak positif atau negatif dari adanya proyek.
- Memiliki kepentingan hasil proyek.

Tim pengelolaan proyek harus mengidentifikasi para stake holder untuk mengetahui apa yang mereka harapkan, meskipun hal ini tidak mudah dilakukan karena banyaknya stake holder serta beranekaragamnya kepentingan yang dimiliki. Beberapa stake holder yang penting adalah sebagai berikut:

- Pimpro dan tim inti proyek, yaitu individu dan kelompok yang bertanggung jawab atas pengelolaan proyek.
- Pelanggan atau pemilik, yaitu pihak yang akan memakai atau memiliki produk hasil proyek.
- Sponsor, yaitu pihak yang bertindak sebagai penyandang dana.
- Pelaksana, yaitu perusahaan yang mengerjakan kegiatan proyek, misalnya kontraktor, subkontraktor, dan konsultan.
- Organisasi atau pihak lain seperti pemerintah atau badan berwenang yang keputusannya dapat mempengaruhi proyek.
- Pemerhati lingkungan, yaitu individu atau kelompok yang akan terkena dampak proyek dalam arti positif maupun negatif.

Guna membatasi pembahasan, dalam buku ini dipakai istilah peserta proyek yang meliputi beberapa anggota stake holder yang langsung ikut aktif menangani penyelenggaraan proyek seperti pimpro, tim inti proyek pemilik, kontraktor, bidang fungsional yang bersangkutan, dan konsultan. Interface management amat penting artinya terutama dalam rangka mengintegrasikan kegiatan proyek yang dilakukan oleh bagian organisasi para peserta.

a. Interface dengan Pemilik Proyek

Bagi pelaksana (peserta) seperti perusahaan kontraktor, *interface* dengan pemilik harus didasari pemikiran bahwa segala upaya (hendaknya) diusahakan untuk memenuhi keinginan pelanggan (*customer*). Dalam konteks ini pemilik adalah pelanggan. Pemilik mempunyai pengaruh dan peranan besar terhadap keberhasilan proses pengelolaan

proyek. Seringkali dukungan kerja sama dari pemilik tergantung pada intensitas peranan dan partisipasinya pada tahap perencanaan dan implementasi. Pada masa tersebut pelaksana harus banyak melakukan konsultasi dengan pemilik dan membicarakan serta membahas berbagai masalah yang berkaitan dengan program implementasi. Di antaranya yang terpenting adalah sebagai berikut:

- Konfirmasi lingkup kerja proyek termasuk jadwal, biaya, dan mutu.
- Organisasi proyek dan pengisian personil inti.
- Prosedur kerja dan koordinasi.
- Prosedur keuangan dan pembayaran.
- Komunikasi, termasuk frekuensi dan jenis laporan.
- Inspeksi dan testing.

Keikutsertaan dan persetujuannya mengenai masalah tersebut di atas akan mendorong tumbuhnya dukungan dan komitmen dari pemilik yang pada akhirnya mempermudah proses pengelolaan implementasi proyek.

b. Interface dengan Berbagai Bidang dan Pimpinan Internal Perusahaan

Interface antara pimpro dengan berbagai bidang dan pimpinan internal perusahaan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

- Dengan pimpinan, yaitu kepala divisi koordinasi pelaksana proyek-proyek (korpel).
- Dengan kepala atau manajer berbagai bidang fungsional (engineering, pengadaan, personalia, hukum, dan lain-lain).
- Dengan anggota atau kelompok dalam tim inti proyek.

Pimpinan memegang peranan penting yang meliputi:

- Meletakkan dasar tujuan dan sasaran proyek sesuai dengan kepentingan perusahaan secara keseluruhan.
- Menentukan prioritas alokasi sumber daya untuk perusahaan yang sedang menangani multiproyek.
- Memecahkan konflik yang mungkin timbul bilamana pimpro atau para pimpro belum dapat menyelesaikannya.

 Merencanakan pengembangan karir personil proyek.

Sedangkan pimpro berkewajiban melaporkan kemajuan proyek dan kendala-kendala yang dihadapinya

Interface dengan berbagai bidang fungsional merupakan salah satu tugas yang paling sulit karena pimpro tidak memiliki otoritas "memerintah", sedangkan banyak sekali faktor keberhasilan proyek tergantung dari pekerjaan yang diserahkan kepada bidang-bidang tersebut. Di lain pihak, bidang-bidang fungsional seringkali mempunyai alasan yang wajar seperti berikut ini:

- Banyaknya beban pekerjaan yang sedang dihadapi sedangkan sumber daya yang dimiliki amat terbatas.
- Jadwal penyelesaian yang diajukan tidak realistis.
- Semua (pekerjaan) proyek minta diprioritaskan.
- Munculnya hal-hal yang tidak terduga, seperti berhentinya personil atau tenaga ahli.

Untuk menghadapi keadaan di atas, pimpro hendaknya mempunyai cadangan kontinjensi untuk mengatasi ketidaktentuan tersebut (misalnya, memakai konsultan dari luar) dan tidak berharap selalu mendapatkan tenaga ahli terbaik. Interface antara pimpro dengan anggota atau kelompok dalam tim inti umumnya tidak terlalu sulit karena mereka dimasukkan (dipindahkan) ke dalam susunan staf pimpro. Jadi, pimpro memiliki jalur (*line*) otoritas terhadap mereka meskipun waktunya (periodenya) terbatas selama mereka masih diperlukan proyek. Faktor yang perlu diperhatikan pimpro dalam hal terakhir ini adalah agar diusahakan mendapatkan anggota staf inti yang betul-betul berkualitas dan siap pakai, karena tidak ada waktu lagi untuk mengadakan pelatihan.

c. Interface dengan Pemerintah dan Masyarakat

Dalam Subbab 4-6 telah disebutkan bahwa integrasi dan koordinasi dengan pihak luar (eksternal) di antaranya adalah yang berkaitan dengan pemerintah dan kelompok masyarakat

yang berkepentingan dengan proyek. Seperti halnya dengan para stake holder yang lain perlu diperhatikan pengelolaan interface dengan pihak-pihak tersebut, yaitu melakukan identifikasi dan analisis peranan serta aspek yang dapat dipengaruhi. Intensitas interface golongan ini umunnya tergantung pada sejumlah faktor seperti ukuran proyek, perilaku masyarakat, peraturan pemerintah, dan lain-lain.

Tingkat Manajerial Organisasi Pelaksana

Tugas dan tanggung jawab pimpro dan tim inti proyek dalam hubungannya dengan manajemen interface akan lebih mudah dirumuskan bila disadari bahwa dalam organisasi pelaksana (misalnya, kontraktor) umumnya terdapat lapisan manajerial (management level) yang masing-masing mempunyai fungsi berbeda, yang dapat digambarkan sebagai berikut:

Tingkat I: Manajemen Senior

Manajemen senior mempunyai tugas berurusan dengan masalah-masalah yang berkaitan dengan dunia luar proyek, yaitu menghubungkan (interface) masalah proyek dengan masyarakat yang lebih luas seperti pemerintah, pemilik, serta kelompokkelompok kepentingan dalam masyarakat dan kemudian mengambil keputusan yang bersangkutan dengannya.

Tingkat II: Manajemen Madya

Manajemen madya berfungsi mengadakan koordinasi berbagai kegiatan proyek serta menjabarkan keputusan-keputusan strategis pimpinan perusahaan menjadi perencana operasional. Umumnya posisi pimpro termasuk dalam lapisan tingkat II meskipun tidak secara absolut karena kenyataan menunjukkan bahwa dalam kapasitas yang terbatas pimpro harus pula berurusan dengan pihak luar.

Tingkat III: Manajemen Teknis

Manajemen teknis berurusan dengan masalah teknis (technical/tactical matters), terutama melaksanakan kegiatan operasional proyek seperti engineering, konstruksi atau manufaktur, sampai manjadi paket deliverable.

Memahami adanya tingkat manajerial pada organisasi pelaksana amat penting artinya dalam manajemen *interface*, dalam arti siapa atau lapisan manakah yang harus bertanggung jawab dan aktif melaksanakannya.

RINGKASAN

- Pemikiran sistem berpengaruh besar terhadap konsep manajemen proyek terutama bagi proyek-proyek besar dan kompleks yang bertujuan mewujudkan gagasan menjadi kenyataan atau bentuk fisik.
- Sistem dalam pengertian ini diartikan sebagai suatu kebulatan (totalitas) yang berfungsi secara utuh karena adanya saling ketergantungan di antara bagian-bagiannya.
- Seperti halnya proyek, sistem mengenal adanya siklus yang disebut siklus sistem. Siklus sistem ini dimulai dari tahap konseptual, desain pengembangan, manufaktur, instalasi atau konstruksi, operasi atau utilisasi sampai sistem tersebut menurun dan berhenti berfungsi.
- Berdasarkan pemikiran ini, siklus proyek adalah bagian dari siklus sistem, yaitu periode mulai dari tahap konseptual sampai dengan implementasi fisik, misalnya menghasilkan instalasi atau gedung baru. Tahap operasi dan pemeliharaan hasil proyek berada di luar siklus proyek tetapi masih di dalam siklus sistem tersebut.
- Meskipun tahap operasi atau produksi hasil proyek berada di luar siklus proyek (di luar pengelolaan proyek), pemikiran sistem menekankan agar, sewaktu mewujudkan gagasan

- menjadi bentuk fisik (siklus proyek), diperhatikan masalah-masalah yang menyangkut operasi, pemeliharaan, dan kehandalannya. Jadi, pemikiran sistem ini menyangkut totalitas sistem.
- Dikenal tiga metodologi sistem yang erat kaitannya dengan penyelenggaraan proyek, yaitu metodologi analisis sistem, engineering sistem dan manajemen sistem. Analisis sistem berurusan dengan proses analisis untuk pemilihan alternatif dan pengambilan keputusan. Engineering sistem memberikan sistematika dan prosedur rekayasa untuk mewujudkan sistem. Sedangkan manajemen sistem memberikan penekanan pada orientasi mencapai tujuan dan optimasi total sistem.
- Aspek integrasi dan koordinasi mendapat perhatian utama karena proyek umumnya terdiri dari bermacam-macam pekerjaan yang dilakukan oleh sejumlah organisasi atau kelompok peserta.
- Interface manajemen berurusan dengan perencanaan dan pengendalian interaksi berbagai unsur kegiatan atau peserta proyek (stake holder) pada kurun waktu dan area tertentu.

SOAL LATIHAN

- Apakah yang dimaksud dengan pendekatan atau pemikiran sistem? Pendekatan ini dianggap amat relevan untuk menghadapi proyek. Uraikan di mana letak relevansinya. Jelaskan pula bahwa pemikiran sistem tidak dapat dipisahkan dari pengelolaan proyek besar dan kompleks yang mengandung unsur engineering cukup besar.
- 2. Siklus proyek dinyatakan sebagai bagian dari siklus sistem. Apakah implikasi keadaan demikian?
- 3. Dalam usaha mewujudkan gagasan menjadi kenyataan fisik, yang kemudian mengoperasikannya, dikenal adalah siklus sistem dan siklus biaya yang saling terkait. Agar didapatkan keseimbangan optimal antara kedua siklus tersebut perlu dianalisis dan diperhitungkan parameter-parameter yang bersangkutan. Sebutkan dari parameter-parameter tersebut yang lazimnya paling sulit ditentukan!
- 4. Bagaimana proses dan mekanisme pendekatan analisis sistem dibandingkan dengan cara analisis yang lain? Jelaskan tahap-tahap analisis sistem.
- 5. Sebutkan tahap-tahap engineering sistem dibandingkan dengan kegiatan proyek E–MK pada tahap konseptual, PP/Definisi dan awal implementasi (engineering terinci). Bagaimana kesimpulan saudara?
- 6. Metodologi analisis sistem dan engineering sistem merupakan pendekatan yang penting dan dipraktekkan pada tahap konseptual, perencanaan dan sebagai tahap implementasi fisik proyek. Uraikan apakah terdapat macam proyek yang kurang memerlukan penekanan pendekatan tersebut di atas.
- 7. Pada aspek dan tahap mana, aplikasi manajemen sistem perlu ditekankan pada proses penyelenggaraan proyek?
- 8. Sebutkan satu tindakan terpenting agar proses integrasi dapat berlangsung dengan lancar. Terangkan jawaban Anda!
- 9. Manajemen *interface* dengan pihak luar seringkali merupakan hal yang amat sulit dan memerlukan pendekatan yang khusus. Jelaskan pernyataan ter**s**ebut!
- 10. Mengingat stake holder memiliki kepentingan yang berbeda bahkan kadang-kadang juga berlawanan, sebutkan bagaimana cara pimpro harus menghadapi dan menanganinya!

BAGIAN II

KELAYAKAN PROYEK DAN KEPUTUSAN INVESTASI

alah satu upaya untuk meningkatkan kesejahteraan dan kemakmuran masyarakat adalah dengan cara menanam investasi seperti membangun proyek prasarana atau sarana produksi. Hal ini disebabkan investasi yang sehat yang ditopang oleh prinsip-prinsip ekonomi universal akan mendorong kegiatan di segala bidang seperti tersedianya lapangan kerja, meningkatnya produk di pasaran, meningkatnya tingkat penghasilan, dan lain-lain. Investasi dapat dilakukan oleh swasta maupun negara dengan motif keuntungan finansial ataupun nonfinansial. Untuk dipakai sebagai bahan pengambilan keputusan tentang sehat tidaknya suatu investasi, maka dilakukan pengkajian kelayakan usulan tersebut sebelum implementasi membangun proyek, yaitu dengan menyiapkan studi kelayakan yang menyoroti segala macam aspek yang diperkirakan memiliki relevansi kuat dengan rencana yang bersangkutan. Aspek-aspek tersebut akan menjadi bahan kajian Bagian II buku ini, dimulai dari Bab 5 mengenai esensi serta lingkup studi kelayakan, dilanjutkan dengan aspek teknis dan finansial dan diakhiri dengan menyajikan analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL), suatu analisis yang menurut peraturan yang berlaku harus disiapkan bagi usulan proyek-proyek yang diperkirakan mempunyai dampak penting terhadap lingkungan hidup.

5

Studi Kelayakan dan Aspek Pasar

rti kelayakan pada kegiatan mengkaji kelayakan suatu gagasan dikaitkan dengan kemungkinan tingkat keberhasilan tujuan yang hendak diraih. Bila gagasan tersebut adalah investasi membangun proyek berupa fasilitas unit produksi baru maka untuk menilai kelayakannya perlu dilakukan serangkaian kegiatan mulai dari mengembangkan, menganalisis dan menyaring prakarsa atau gagasan yang timbul sampai kepada menelusuri berbagai aspek proyek serta unit usaha hasil proyek. Gagasan di atas dapat pula

berupa tanggapan atas situasi yang disebabkan oleh desakan untuk meningkatkan fasilitas yang tersedia, misalnya perbaikan atau penggantian peralatan yang sudah tua yang menyebabkan efisiensi dan faktor servisnya rendah. Dengan demikian, ongkos produksi dapat dikurangi, sehingga menaikkan daya saing.

Bab 5 akan membahas studi kelayakan dan aspek pasar, maksud dan tujuan pengkajian, sistematika yang umumnya dipergunakan, serta aspek yang perlu diperhatikan.

5-1

Studi Kelayakan

Pengkajian yang bersifat menyeluruh dan mencoba menyoroti segala aspek kelayakan proyek atau investasi dikenal sebagai studi kelayakan. Di samping sifatnya yang menyeluruh, studi kelayakan harus dapat menyuguhkan hasil analisis secara kuantitatif tentang manfaat yang akan diperoleh dibandingkan dengan sumber daya yang diperlukan. Gambar 5-1 adalah tabulasi lingkup dan aspekaspek penting yang dikaji dalam kegiatan studi kelayakan.

Dari Gambar 5-1 terlihat bahwa AMDAL dimasukkan sebagai komponen studi kelayakan. Hal ini sesuai dengan PP No. 51 Tahun 1993 bagi kegiatan-kegiatan yang dianggap mempunyai dampak penting terhadap lingkungan hidup. Karena lingkupnya yang berbeda, sering sekali dokumen AMDAL dipersiapkan terpisah dari dokumen studi kelayakan meskipun AMDAL memberikan masukan penting kepada studi kelayakan, terutama mengenai aspek teknis dan biaya.



A. Tujuan, Kriteria, dan Aspek Pengkajian

Pengkajian kelayakan suatu usulan proyek bertujuan mempelajari usulan tersebut dari segala segi secara profesional agar setelah diterima dan dilaksanakan betul-betul dapat mencapai hasil sesuai dengan yang direncanakan; jangan sampai terjadi setelah proyek selesai dibangun dan dioperasikan ternyata hasilnya jauh dari harapan. Pembangunan proyek E-MK, apalagi yang berskala besar, memerlukan dana dan upaya lain yang besar pula, sehingga cukup berpengaruh terhadap kelangsungan hidup perusahaan. Oleh karena itu, perlu penelitian dan pengkajian yang seksama dan sistematis sebelum terlanjur menanam modal untuk implementasi.

B. Kriteria Kelayakan

Seperti disebutkan di atas, kriteria kelayakan erat terkait dengan keberhasilan, dan hal ini akan berbeda dari satu dan lain sudut pandang serta kepentingan. Misalnya, masyarakat akan memandang keberhasilan proyek pembangunan pabrik dari sudut seberapa jauh mereka dapat berpartisipasi mengisi lapangan kerja dan kegiatan usaha. Bagi pemilik proyek swasta, titik berat keberhasilan diletakkan pada aspek finansial dan ekonomi. Sedangkan pemerintah mempunyai kriteria yang lebih luas lagi, seperti pertumbuhan ekonomi, kesejahteraan masyarakat dan juga mendorong prakarsa swasta.

Kecuali yang telah diutarakan di atas, kriteria kelayakan juga tergantung kepada macam proyek. Semakin besar proyek, semakin besar dana yang akan ditanam, sehingga akan semakin luas jangkauan dan semakin dalam sifat pengkajiannya. Demikian pula kriteria kelayakan. Kriteria keberhasilan yang akan dibahas dalam buku ini dititikberatkan kepada keberhasilan proyek itu sendiri dilihat dari aspek finansial dan ekonomi. Jadi, di sini dikaji apakah proyek tersebut cukup menguntungkan dibanding dengan dana dan usaha yang akan dikeluarkan. Hal ini bukan berarti mengabaikan pengkajian aspek lain seperti pemasaran, teknik dan engineering, dampak lingkungan, dan lain-lain. Aspekaspek tersebut perlu dilihat karena memberi masukan penting kepada masalah finansial dan ekonomi proyek-investasi.

C. Identifikasi dan Formulasi Gagasan

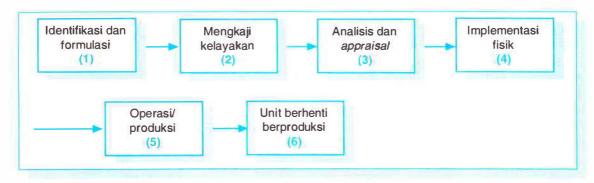
Suatu gagasan muncul bilamana pemilik atau penanggung jawab suatu bidang usaha, dari hasil pengamatan, melihat adanya keperluan atau kesempatan. Sesungguhnya gagasan dapat datang dari mana saja dan dari lingkungan apa saja. Langkah berikutnya adalah mengkaji dan menganalisis kemungkinan manfaat yang bisa diraih dibanding dengan biaya yang diperlukan. Keadaan yang sering terjadi adalah mudah untuk menemukan suatu gagasan, tetapi setelah diidentifikasi dan dirumuskan secara sistematis dan dikaji secara analitis hanya sedikit yang lulus untuk dipertimbangkan lebih jauh. Hal ini dapat dimengerti karena meskipun gagasan-gagasan tersebut potensial mendatangkan manfaat, tetapi pada umumnya perusahaan hanya mau membiayai investasi yang dianggap paling besar kemungkinannya menghasilkan keuntungan. Gagasan yang lulus umumnya telah memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Sejalan dengan garis besar tujuan perusahaan.
- Merupakan keperluan yang sudah mendesak.
- Memiliki arti yang khusus, misalnya bertujuan untuk menguasai atau menerapkan teknologi baru.
- Sumber daya perusahaan mampu mendukungnya.
- Perkiraan potensi keberhasilan cukup besar.

Di samping faktor-faktor di atas, suatu gagasan berpotensi untuk dikembangkan bilamana telah didasari oleh suatu wawasan perkembangan dunia usaha dan industri di sekelilingnya.

D. Aspek, Mutu, dan Jangkauan

Melihat kegunaannya yang sangat penting yaitu sebagai bahan masukan kepada pimpinan perusahaan atau organisasi untuk pengambilan keputusan perihal kelangsungan proyek atau investasi, maka suatu pengkajian



Gambar 5-2 Jangkauan studi kelayakan proyek/investasi.

kelayakan harus memperhatikan hal-hal berikut.

- Aspek yang dikaji.
- Mutu hasil pengkajian.
- Jangkauan pengkajian.

Aspek yang Dikaji

Aspek yang dikaji tergantung dari tujuan pengkajian yang diinginkan, misalnya studi kelayakan investasi dari perusahaan swasta akan menekankan pada aspek finansial, sedangkan proyek perbaikan perkampungan oleh pemerintah akan melihat efektivitas biaya (cost effectiveness) dari alternatif pendekatan yang digunakan. Pada proyek E-MK, lebihlebih yang berhubungan dengan pembangunan fasilitas industri atau yang bertujuan menghasilkan produk baru, aspek yang dikaji cukup luas meliputi pemasaran, teknis, ekonomi, finansial, dampak lingkungan, sosial, politik, dan lain-lain.

Mutu Pengkajian

Mutu hasil pengkajian akan tergantung pada mereka yang mengerjakannya serta tersedianya data dan informasi. Di samping itu, diperlukan kemampuan untuk melakukan prakiraan akan kondisi dan situasi masa depan yang berkaitan dengan investasi yang dikaji. Dengan demikian, pemilihan siapa/organisasi mana yang akan diserahi untuk melakukan pengkajian merupakan hal yang kritis hubungannya dengan mutu hasil yang akan diperoleh.

Jangkauan Pengkajian

Jangkauan pengkajian kelayakan proyek atau investasi untuk membangun fasilitas atau produk baru tidaklah terbatas pada periode siklus proyek melainkan menjangkau siklus sistem atau produk. Investasi demikian sering pula disebut sebagai investasi kapital atau capital investment. Pengkajian kelayakan proyek atau investasi tersebut mempunyai wawasan ınulai dari identifikasi dan formulasi gagasan, studi kelayakan, implementasi fisik membangun proyek, operasi fasilitas hasil proyek sampai fasilitas tersebut berhenti bekerja. Garis besarnya terlihat pada Gambar 5-2. Untuk menyingkat penulisan maka dalam pembahasan kelayakan proyek dan keputusan investasi, kata-kata proyek dan investasi dianggap mempunyai makna yang identik dan akan dipakai pada kalimat yang sesuai.

5-2 Sistematika dan Format

Pengkajian dan pengembangan dilakukan selangkah demi selangkah: pertama dianalisis manfaat yang akan diperoleh dan dibandingkan dengan biaya serta beban ataupun dampak yang ditimbulkan; selanjutnya disoroti segi-segi positifnya dan diisolasi kendala maupun keterbatasannya, meliputi aspekaspek yang makin banyak, luas dan

mendalam. Pada akhir dari setiap langkah dibuat kesimpulan mengenai perlu tidaknya meningkat ke langkah berikutnya. Jika kesimpulan menunjukkan bahwa gagasan masih memerlukan evaluasi lebih lanjut, maka dikeluarkan dana yang terbatas hanya untuk maksud tersebut. Bila hal sebaliknya yang terjadi maka gagasan dihentikan sampai di situ saja. Dengan cara pendekatan ini diharapkan dicapai hal-hal sebagai berikut:

- Investasi yang akan ditanam atau proyek yang hendak dibangun mempunyai masa depan yang cerah karena telah lulus dari seleksi yang seksama
- Dengan dilakukannya pengembangan, pengkajian dan seleksi yang bertingkattingkat, selangkah demi selangkah, akan dihindari pengeluaran dana yang sekaligus besar jumlahnya.

Pendekatan seperti ini memerlukan waktu relatif lama. Meskipun demikian, hal ini tidak mengurangi perlunya tindakan tersebut dilakukan mengingat proyek besar melibatkan penggunaan dana investasi yang besar. Pada sisi lain diharapkan bahwa proyek tersebut dapat mendatangkan manfaat atau keuntungan masa depan yang cukup lama.

A. Pengkajian Pendahuluan

Bertitik tolak dari penahapan oleh PMI maka langkah pertama yang dikerjakan dalam rangka mengembangkan, menyaring dan mengkaji gagasan pada tahap konseptual adalah identifikasi pendahuluan, menyusun kerangka acuan, dan studi kelayakan. Dalam identifikasi atau pengkajian pendahuluan dilakukan:

- Penjabaran garis besar gagasan.
- Identifikasi manfaat dan biaya.
- Identifikasi lingkup kerja
- Peninjauan terhadap permasalahan dan hambatan.

Pengkajian pendahuluan biasanya dikerjakan oleh tenaga ahli dari dalam perusahaan yang bersangkutan. Pada tahap ini juga dievaluasi kemampuan organisasi untuk melaksanakan kegiatan berikutnya, yang kemudian disimpul-

kan perlu tidaknya mengambil bantuan dari luar seperti konsultan.

B. Kerangka Acuan

Kerangka acuan (term of reference – TOR) merupakan rumusan pokok tujuan dan lingkup gagasan, hasil dari pengkajian pendahuluan yang dituangkan dalam dokumen. Bila tenaga untuk mengerjakan studi kelayakan di dalam organisasi pemilik tidak cukup, maka dokumen ini diserahkan kepada pihak lain (konsultan) sebagai pegangan pokok. Meskipun bersifat garis besar, tetapi TOR diusahakan mencakup inti masalah gagasan, sehingga konsultan yang diserahi tugas mengerti apa yang diingini oleh pemilik. Pembahasan TOR lebih jauh dapat dijumpai pada Bab 14.

C. Format Studi Kelayakan

Karena beranekaragamnya proyek maka sulit menentukan suatu kerangka umum yang memuat sistematika dan ketentuan aspekaspek apa yang harus mendapat sorotan dalam suatu studi kelayakan. Oleh karena itu, pengkajian hendaknya disesuaikan dengan jenis proyek serta tujuannya yang spesifik. Meskipun demikian, pada umumnya studi kelayakan mempunyai pola tertentu bagi bidang tertentu. Misalnya, untuk investasi baru dalam bidang usaha dan industri yang nantinya akan direalisir dengan membangun proyek, serta kelangsungan unit usaha yang dihasilkan, lingkup studi minimal akan meliputi aspek-aspek analisis pasar, teknis, finansial, ekonomi, sosial-politik. Sedangkan untuk pengembangan sistem atau fasilitas yang telah ada, peninjauan akan dipusatkan pada keadaan sistem atau fasilitas semula seperti keterangan tentang permasalahan yang dihadapi, pendekatan yang diperlukan dalam usaha memecahkan permasalahan, kemudian diakhiri dengan mengemukakan alternatif dan alasan usulan yang diajukan. Sebagai contoh berikut adalah kerangka format studi kelayakan proyek membangun instalasi untuk menghasilkan produk.

1. Merumuskan gagasan yang timbul menjadi proyek dengan definisi lingkup kerja (scope of work) yang cukup jelas, termasuk

kriteria dan spesifikasi produk yang akan dihasilkan.

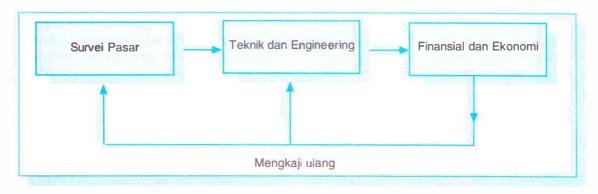
- 2. Mengadakan pengkajian aspek pasar, untuk memperkirakan penawaran dan permintaan tingkat harga, persaingan, strategi pemasaran, dan lain-lain.
- Menentukan berapa lama umur unit usaha hasil proyek. Keterangan dari butir 2 dan 3 diperlukan untuk memperkirakan jumlah revenue.
- Menentukan ruang lingkup proyek, seperti kapasitas instalasi pemilihan teknologi produksi, peralatan, material, fasilitas pendukung (perumahan pegawai, pelabuhan, dan lain-lain).
- 5. Membuat perkiraan kurun waktu serta jadwal pelaksanaan proyek.
- 6. Membuat perkiraan biaya pertama dan ongkos produksi.
- Analisis finansial dan ekonomi terhadap rencana proyek di atas. Misalnya, dengan NPV, IRR, profitabilitas atau rasio benefit terhadap cost.
- 8. Indikasi macam dan sumber dana.
- Menyiapkan AMDAL bilamana ada tandatanda proyek berpengaruh terhadap kelestarian lingkungan hidup.
- 10. Membuat kesimpulan menarik tidaknya proyek tersebut untuk direalisasikan.

Format tersebut telah mencakup aspek-aspek yang disebutkan terdahulu yaitu aspek pasar pada butir 2, aspek teknis pada butir 3, 4 dan 5, aspek ekonomi dan finansial pada butir 6, 7, 8 sedangkan AMDAL pada butir 9. Pola studi kelayakan umumnya mengikuti urutan langkah di atas. Pengalaman menunjukkan bahwa karena banyaknya variabel dan asumsi yang harus dipertimbangkan, maka perlu adanya langkah-langkah ulang sebelum mencapai suatu kesimpulan, agar diperoleh hasil-hasil yang lebih realistis seperti terlihat pada Gambar 5-3

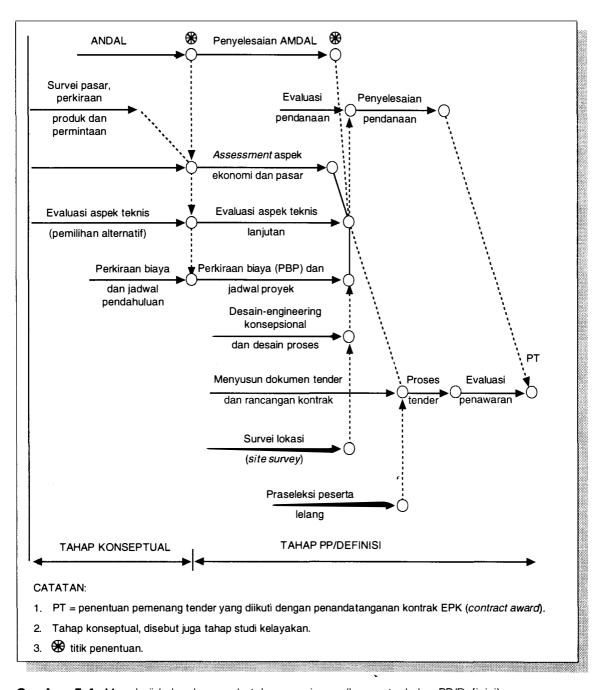
Suatu studi seperti studi kelayakan yang memiliki aspek dan lingkup yang demikian luas tentu akan melibatkan tenaga ahli dari berbagai disiplin ilmu dan masukan data serta informasi yang seringkali harus digali dan disurvei di lapangan.

D. Kelayakan dan Tahap Persiapan Proyek

Mengkaji kelayakan proyek merupakan kegiatan utama yang mendominasi tahap persiapan proyek. Pada tahap konseptual, konsentrasi ditujukan untuk memformulasikan gagasan menjadi bentuk yang memiliki kriteria serta batasan lebih jelas yang kemudian disoroti dari segala aspek. Sedangkan pada tahap berikutnya, hasil kajian tersebut dianalisis (appraisal) lebih mendalam sambil menyiapkan perangkat (dokumen lelang dan kontrak). Untuk memberikan gambaran yang menyeluruh mengenai studi kelayakan serta kegiatan-kegiatan lain yang terkait dalam rangka persiapan implementasi fisik proyek, pada Gambar 5-4 disajikan jaringan kerja yang menjelaskan macam dan urutan kegiatan yang bersangkutan.



Gambar 5-3 Langkah ulang pada proses studi kelayakan.



Gambar 5-4 Mengkaji kelayakan pada tahap persiapan (konseptual dan PP/Definisi).

Pada tahap persiapan proyek yang terdiri dari tahap konseptual dan PP/Definisi terdapat titik-titik penentuan diteruskan atau diberhentikannya rencana investasi tergantung dari hasil kajian bermacam aspek yang terkait dengan rencana proyek/investasi tersebut. Adapun titik-titik tersebut adalah akhir tahap

konseptual dan akhir tahap PP/Definisi. Di sini pihak pemilik harus berpikir mendalam mengenai keputusan yang akan diambil, terutama sebelum mengambil keputusan go a head ke taraf implementasi. Bila implementasi fisik telah berjalan, kontraktor mulai bekerja, telah diadakan ikatan pembelian material dan

peralatan, maka akan besar kerugian bagi pemilik jika sampai menghentikan atau membatalkan proyek. Gambar 5-4 menunjukkan pula garis besar hubungan aspek yang dikaji, yang satu mempengaruhi dan memberikan masukan aspek yang lain, sampai mendapatkan suatu kesimpulan dilanjutkan atau tidaknya proyek atau investasi yang bersangkutan. Tahap ini diakhiri dengan proses pemilihan kontraktor untuk melaksanakan implementasi fisik.

5-3 Aspek Pasar

Pengkajian aspek pasar berfungsi menghubungkan manajemen suatu organisasi dengan pasar yang bersangkutan melalui informasi. Selanjutnya, informasi ini digunakan untuk mengidentifikasi kesempatan dan permasalahan yang berkaitan dengan pasar dan pemasaran. Dengan demikian, diharapkan dapat meningkatkan kualitas keputusan-keputusan yang akan diambil.

Proses Pengkajian Aspek Pasar

Pada tahun 1990 D. A. Aaker dan G. S. Day memberikan sistematika proses pengkajian aspek pasar. Sistematika tersebut berturut-turut adalah assesment situasi, menyusun program pengkajian, mengumpulkan data dan informasi, serta analisis dan peramalan. Lingkup menyusun strategi termasuk mendefinisikan problem (problem definition) masalah yang hendak dikaji. Sementara itu, agar suatu pengkajian aspek pasar dapat efektif, maka pengkajian tersebut harus dilakukan pada jadwal yang tepat, memilih metode yang dapat memberikan hasil akurat, dan memiliki relevansi erat dengan subjek

yang dikaji. Gambar 5-5 menunjukkan sistematika tersebut.

1. Menilai Situasi

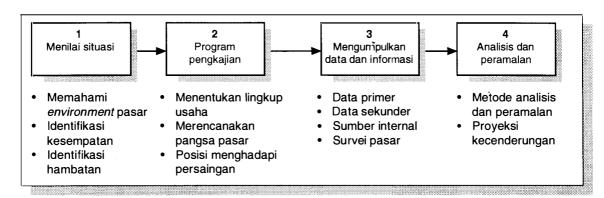
Suatu keputusan aspek pasar haruslah didasari dengan pengertian dan pemahaman atas situasi dan perkembangan dunia usaha pada umumnya dan aspek pasar yang bersangkutan khususnya seperti:

a. Sifat Pasar

- Persaingan, monopoli, setengah monopoli, bebas, dan lain-lain. Jumlah produsen yang telah ada dan perkiraan penambahan.
- Besarnya permintaan pasar (terhadap produk yang sejenis) saat ini dan potensi pertumbuhan.
- Pangsa pasar, potensi dan pertumbuhan.

b. Perilaku Konsumen

- Lapisan masyarakat pembeli.
- Sebab atau dorongan dan motivasi untuk membeli.



Gambar 5-5 Proses pengkajian aspek pasar.

 Kapan dan di mana, volumenya berdasarkan musiman, atau relatif tetap. Membelinya di pasar atau di toko atau di pabrik berdasarkan pesanan/agen.

c. Market Environment

- Politik dan peraturan, seperti peraturanperaturan yang akan atau sedang diberlakukan, eco-labeling, syarat keselamatan, dan lain-lain.
- Sosial dan ekonomi seperti perubahan komposisi kependudukan (demographic), pekerja wanita, lokasi, nilai-nilai yang sedang menonjol.
- Teknologi, kemajuan aspek teknologi, adanya penemuan baru mengenai proses produksi serta peralatan-peralatan yang mendukungnya

2. Menyusun Program Pengkajian

Sebelum menyusun program pengkajian hendaknya didahului dengan identifikasi masalah-masalah yang hendak dikaji (problem definition). Program merangkum tugas-tugas yang spesifik dan memusatkan pada sasaran tunggal, seperti pengembangan suatu produk untuk mendukung suatu strategi perusahaan yang lebih besar. Contoh problem definition beserta program pengkajian aspek pasar suatu produk dapat meliputi:

a. Segmen Pangsa Pasar

• Ketentuan segmen/pangsa pasar yang akan dijadikan sasaran.

Identifikasi manfaat segmen pangsa pasar yang bersangkutan.

b. Pola dan Jaringan Distribusi

- Sejauh mana jaringan distribusi yang direncanakan.
- Bagaimana pola distribusi, menggunakan sistem pengecer (retailer), dan lain-lain.

c. Promosi

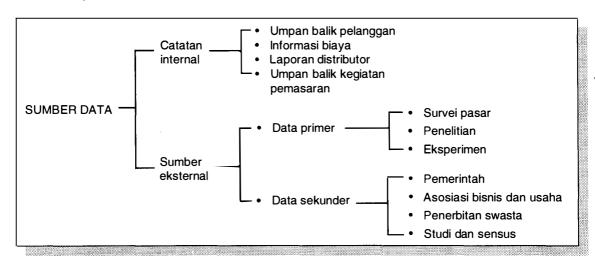
- Pemilihan cara dan media promosi.
- Besar skala promosi yang akan dilakukan.

3. Mengumpulkan Data dan Informasi

Telah disinggung di atas bahwa fungsi mengkaji aspek pasar adalah untuk menghubungkan manajemen suatu organisasi dengan masalah pasar melalui informasi. Informasi ini dihasilkan dari pengolahan data yang berasal dari berbagai sumber. Gambar 5-6 menunjukkan ikhtisar sumber data berikut pengelompokannya.

a. Catatan Internal

Ini berasal dari catatan internal perusahaan, seperti catatan akuntansi, dan dari kegiatan pengendalian. Keuntungan data jenis ini adalah selalu siap tersedia, mudah dan cepat diperoleh, dan relevan dengan situasi perusahaan yang bersangkutan karena memberikan informasi situasi operasi yang sesungguhnya pada waktu yang lalu sampai masa kini.



Gambar 5-6 Sumber data pada pengkajian aspek pasar.

b. Data Primer

Data primer adalah data yang dikumpulkan untuk keperluan pengkajian khusus. Proses pengumpulan, pencatatan dan jenis spesifikasinya ditentukan oleh pemakai. Metode pengumpulannya dapat dilakukan dengan cara survei, penelitian (research) atau percobaan (experiment).

c. Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang pengumpulan, pencatatan dan penentuan spesifikasinya dilakukan bukan oleh pemakai tetapi oleh pihak lain. Data jenis ini merupakan sumber informasi yang penting bagi pengkajian aspek pasar. Bahkan, seandainya telah diketahui bahwa proyek yang sedang dikaji jelas memerlukan data primer, dianjurkan juga untuk mengupayakan dan melihat data sekunder yang sesuai. Hal ini disebabkan karena data sekunder dapat membantu memperluas pengertian pada masalah yang dikaji, dan mungkin juga dapat menunjukkan alternatif pemecahan karena permasalahan yang dikaji mempunyai banyak sifat-sifat yang mirip.

d. Sumber Data Sekunder

Sumber data sekunder terbesar berasal dari badan pemerintah (seperti biro statistik, sensus), penerbitan swasta dan asosiasi badan usaha. Data yang berasal dari biro statistik dan sensus yang amat berguna untuk pengkajian aspek pasar, umumnya berisi keterangan perihal jumlah penduduk, tingkat pendidikan, jenis pekerjaan, besar pendapatan, dan lainlain.

e. Menilai Kualitas Data

Kualitas hasil akhir analisis sebagian besar tergantung kepada kualitas data yang digunakan. Oleh sebab itu, penting untuk mengadakan penilaian sebelumnya. Hal ini antara lain dapat ditelusuri dari mengkaji siapa yang mengumpulkan (berkaitan dengan pengalaman dan reputasi), bagaimana mengumpulkannya (metodologi yang dipakai), kapan dikumpulkan dan klasifikasi yang dipakai.

f. Survei Pasar

Data sekunder, meskipun amat berguna, acapkali tidak cukup memberikan informasi untuk dipakai menganalisis aspek pasar suatu usulan proyek. Oleh karena itu, perlu ditambah atau dilengkapi dengan data primer hasil survei pasar yang dilakukan khusus untuk proyek yang bersangkutan. Salah satu jenis survei yang terkenal adalah sample survei dengan langkah-langkah sebagai berikut:

- Menentukan sasaran yang menjadi objek survei.
- Memilih skema sampling dan ukurannya.
- Menyiapkan pertanyaan.
- Menerima dan menyaring jawaban dari responden.
- Analisis dan peramalan/interpretasi.

4. Analisis dan Peramalan

Setelah dianggap cukup tersedia data-data hasil pengumpulan dari berbagai sumber, dimulailah analisis dan peramalan. Kegiatan ini memegang peranan penting dalam pengkajian aspek pasar, yaitu "mengubah" sejumlah besar data menjadi kesimpulan dan laporan yang dapat dipertanggungjawabkan, sehingga merupakan masukan informasi yang amat berguna bagi proses pengambilan keputusan. Pengertian dan penguasaan prosedur dan metode yang diperlukan merupakan syarat utama bagi keberhasilan kegiatan analisis data. Hal ini akan mencegah peneliti membuat keputusan (judgment) dan kesimpulan yang tidak tepat.

-4 Aspek Pasar pada Studi Kelayakan Proyek

Meskipun aspek pasar secara keseluruhan mencakup lingkup yang amat luas seperti telah kita lihat pada Gambar 5-5, tetapi untuk studi kelayakan suatu usulan proyek dengan tujuan menghasilkan produk tertentu umumnya membatasi penekanan kepada analisis masalah-masalah sebagai berikut:

- 1. Prakiraan penawaran dan permintaan produk.
- 2. Pangsa pasar.
- 3. Strategi pemasaran.

Bagi usulan proyek, terutama yang bersifat komersial, mengkaji aspek pasar harus dimulai paling awal karena ada tidaknya pasar yang cukup menarik dari produk yang dihasilkan atau servis yang ditawarkan merupakan faktor pokok dalam menentukan keputusan proyek. Untuk membuat analisis yang berhubungan dengan tiga hal di atas diperlukan data-data serta informasi mengenai beberapa hal sebagai berikut:

1. Penawaran dan Permintaan

a. Perincian Permintaan

Permintaan produk dapat diperinci menjadi:

- Area. Dibagi menjadi area yang kemudian dikaji potensi daya serapnya.
- Spesifikasi produk. Dibedakan atas berbagai tingkat spesifikasi, misalnya model yang bermutu tinggi, sedang atau normal.

b. Permintaan Masa Depan dan Saat Ini

Permintaan saat ini sering dapat dikumpulkan dari catatan statistik. Sedangkan untuk masa yang akan datang perlu diadakan peramalan dengan menggunakan berbagai variabel yang didasarkan pada informasi saat ini.

c. Penawaran

Dalam hal penawaran produk, hal yang perlu diamati adalah sebagai berikut:

- Besarnya penawaran saat ini dan potensi di masa yang akan datang.
- Besarnya kapasitas produksi terpasang.
- Jenis produk, apakah produk impor ataukah produk domestik.

d. Konsumen

Informasi perihal konsumen menyangkut masalah demografi dan sosiologi yang dapat ditelusuri dari jawaban atas pertanyaan-pertanyaan berikut: siapakah mereka, umurnya, jumlahnya, pekerjaannya, dan lain-lain.

- Mengapa mereka membeli: keperluan mutlak, motivasi, menaikkan pandangan sosial, dan lain-lain.
- Di mana mereka membeli: distributor, pengecer, dan lain-lain.
- Kapan mereka membeli: musiman atau terus-menerus.

e. Kebijakan, Peraturan, dan Perencanaan Pemerintah

Perencanaan, kebijakan, dan peraturan pemerintah amat besar pengaruhnya terhadap penawaran dan permintaan produk hasil proyek serta menjangkau aspek yang amat luas seperti:

- Perencanaan nasional yang berkaitan dengan pembangunan fasilitas dan prasarana produksi.
- Peraturan pengendalian impor-ekspor.
- kebijakan dan peraturan aspek finansial.
- Pajak dan bea masuk.
- Kebijakan pemakaian produk dan sumberdaya domestik.
- Rangsangan ekspor.
- Pemberian subsidi dan lain-lain.

2. Pangsa Pasar dan Persaingan

Dalam hal ini yang perlu dikaji meliputi:

a. Pangsa Pasar

- Menentukan sasaran pangsa pasar yang ingin diraih.
- Upaya penetrasi pasar.
- Komposisi marketing mix.

b. Persaingan

Dalam hal ini perlu perhatian sebagai berikut:

- Monopoli, setengah monopoli, persaingan bebas.
- Identifikasi perusahaan pesaing; berapa besarnya, bagaimana kinerjanya, serta strateginya.
- Jumlah serta kualifikasi produk yang dihasilkan.
- Kemungkinan adanya substitusi produk.

c. Harga

Penentuan harga besar pengaruhnya terhadap pangsa pasar dan persaingan. Dalam masalah harga yang perlu diperhatikan adalah sebagai berikut:

- Bagaimana struktur dan berapa sasaran total harga.
- Berapa besar tingkat harga produk sejenis.
- Bagaimana tanggapan terhadap fluktuasi harga dari pesaing.
- Apakah harga berubah berdasar musiman.

3. Strategi Pemasaran

a. Promosi

Lingkup yang diteliti meliputi:

- Luas dan lingkup jangkauan.
- Metode yang dipakai (iklan, hadiah dan lain-lain).

b. Distribusi

Ini meliputi pengkajian terhadap:

- Cara distribusi (eceran, grosir, dan lainlain).
- Mode transportasi.
- Pembungkusan.

Setelah pengumpulan data dan informasi mengenai segala sesuatu yang diutarakan di atas dianggap cukup, maka dilakukan analisis dan peramalan untuk akhirnya disusun sebagai suatu laporan kepada manajemen sebagai masukan guna pengambilan keputusan.

-5 Analisis Permintaan dan Penawaran

Tanpa mengecilkan arti unsur-unsur lain dari aspek pasar yang demikian luas, seperti telah dikemukakan di Subbab 5-3 dan 5-4, maka sebelum melangkah ke aspek-aspek studi kelayakan yang lain perlu dilakukan analisis permintaan dan penawaran. Analisis ini dilakukan setelah data-data hasil survei terkumpul dan setelah dasar-dasar asumsi yang diperlukan ditentukan. Beberapa dasar analisis pasar menurut D. Salvatore dalam "Managerial Economic" dan Drs. M. Suparmoko MA., Ph.D. dalam "Pengantar Ekonomika Mikro" antara lain adalah sebagai berikut:

A. Permintaan

Hukum permintaan menerangkan bahwa apabila harga suatu komoditas naik, maka jumlah komoditas yang diminta akan turun, dengan menganggap variabel-variabel lain tetap. Yang termasuk dalam harga variabel-variabel lain tersebut adalah variabel yang dapat mempengaruhi jumlah komoditas yang diminta selain harga komoditas yang bersang-kutan, antara lain tingkat pendapatan konsumen, selera konsumen, harga komoditas lain

selain komoditas yang dibicarakan, jumlah penduduk, distribusi, dan sebagainya. Fungsi permintaan pasar dituliskan sebagai berikut:

$$Qx = f(Px, N, I, Py, T)$$

di mana,

Qx = komoditas x yang diminta oleh pasar per satuan waktu

Px = harga komoditas x per unit

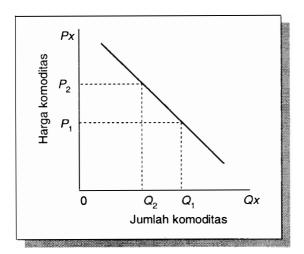
I = pendapatan konsumen

Py = harga dari komoditas yang ada hubungannya dengan komoditas x (substitusi atau komplementer)

T = selera konsumen

N = jumlah konsumen

Fungsi permintaan dapat digambarkan dalam bentuk kurva seperti terlihat pada Gambar 5-7 di mana sumbu horisontal menunjukkan jumlah komoditas yang diminta dan sumbu vertikal menunjukkan tingkat harga. Bentuk kurva yang menurun menunjukkan bahwa pada saat tingkat harga tinggi (P_2) , jumlah komoditas yang diminta rendah (Q_2) . Sebaliknya saat tingkat harga rendah (P_1) , jumlah komoditas yang diminta meningkat (Q_1) .



Gambar 5-7 Kurva permintaan menunjukkan hubungan antara tingkat harga dan jumlah komoditas yang diminta.

Perlu diingat bahwa kurva permintaan hanya menunjukkan hubungan antara dua variabel saja yaitu jumlah komoditas yang diminta dan harga komoditas itu sendiri dengan menganggap variabel-variabel lainnya tetap tidak berubah. Namun, kurva permintaan sebetulnya dapat juga menggambarkan lebih dari dua variabel, tetapi kurvanya akan tampak sangat kompleks.

a. Harga Komoditas x (Px)

Harga berhubungan terbalik dengan jumlah komoditas yang diminta yaitu bila harga komoditas x meningkat, maka jumlah komoditas x yang diminta akan turun, dan sebaliknya.

b. Harga Komoditas Lain yang Ada Hubungannya dengan Komoditas x (Py)

Komoditas lain mempunyai hubungan dengan komoditas x sebagai komoditas pengganti atau sebagai komoditas pelengkap. Harga komoditas pengganti memasuki fungsi permintaan komoditas x karena adanya kesediaan konsumen untuk membeli komoditas yang sifatnya mengganti (substitusi) komoditas x apabila terjadi perubahan harga relatif antarkomoditas-komoditas tersebut. Jika harga komoditas pengganti meningkat, maka jumlah komoditas x yang diminta akan meningkat, demikian halnya untuk komoditas yang bersifat komplementer. Komoditas

komplementer (pelengkap) merupakan komoditas yang dikonsumsi bersamasama dengan komoditas x. Apabila harga komoditas komplementer meningkat, maka jumlah komoditas komplementer yang diminta akan turun dan kita mengharap jumlah komoditas x yang diminta juga turun.

c. Pendapatan Konsumen (I)

Pengaruh pendapatan konsumen terhadap kuantitas komoditas yang diminta dapat positif dan dapat pula negatif, tergantung pada jenis komoditas dan tingkat penghasilan konsumen. Bilamana sebagian besar konsumen menilai suatu komoditas sebagai komoditas yang dianggap mutunya rendah, maka permintaan mereka akan berkurang bila ada kenaikan dalam tingkat penghasilan dan demikian pula sebaliknya. Bila komoditas itu bermutu baik, maka bila penghasilan konsumen meningkat permintaan terhadap komoditas tersebut akan meningkat.

d. Selera Konsumen (T)

Selera konsumen dapat dinyatakan dalam indeks preferensi konsumen, sedangkan indeks preferensi konsumen dibuat berdasarkan survei tanggapan pasar terhadap komoditas yang bersangkutan. Bila dari survei tersebut ditemukan kecenderungan tanggapan yang positif artinya terdapat keinginan keras untuk meningkatkan pembelian atau sebaliknya, maka data-data hasil survei itu dapat dicatat dalam indeks selera konsumen.

e. Jumlah Konsumen (N)

Ini adalah perkiraan jumlah total konsumen di pasar pada suatu waktu. Faktor ini antara lain dapat tergantung pada penilaian konsumen terhadap harga dan tersedianya komoditas di masa depan, serta kemungkinan adanya substitusi dari komoditas yang bersangkutan.

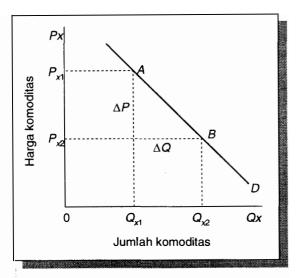
Selain variabel-variabel di atas, maka promosi oleh penjual dan jumlah jaringan distribusi seringkali dimasukkan pula sebagai suatu faktor yang mempengaruhi jumlah permintaan. Faktor lain dapat pula berupa peraturan oleh pihak yang berwenang, misalnya dalam rangka menggalakkan produksi dalam negeri dan lain sebagainya.

B. Elastisitas

Tanggapan jumlah permintaan suatu komoditas terhadap perubahan harganya merupakan faktor yang amat penting bagi suatu perusahaan. Sebagai contoh, menurunkan harga komoditas dapat menaikkan jumlah penjualan, sehingga menaikkan total pendapatan. Namun, dapat pula terjadi penurunan harga komoditas malah mengurangi total pendapatan dari perusahaan yang bersangkutan. Fenomena tersebut dikenal sebagai elastisitas. Dengan kata lain, elastisitas menunjukkan tanggapan dari suatu variabel tidak bebas karena adanya perubahan dalam variabel bebas tertentu. Besarnya koefisien elastisitas ini ditunjukkan oleh perbandingan antara persentase dalam variabel tidak bebas itu dan persentase perubahan variabel bebas yang mempengaruhinya. Beberapa jenis elastisitas di antaranya adalah sebagai berikut:

a. Elastisitas Harga Permintaan

Elastisitas harga permintaan dinyatakan sebagai persentase perubahan jumlah komoditas yang diminta dibagi dengan persentase perubahan harga tersebut. Hal ini dapat dilukiskan seperti pada Gambar 5-8.



Gambar 5-8 Elastisitas harga-permintaan.

Jadi bila posisi A merupakan titik awal dan berubah ke posisi B, maka elastisitas dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Eh = \frac{\text{(Persentase perubahan } Qx)}{\text{(Persentase perubahan } Px)}$$
$$= \frac{(\Delta Qx/Qx)}{(\Delta Px/Px)}$$

Permintaan dikatakan elastis bila Eh > 1, tidak elastis bila Eh < 1, dan uniter bila Eh = 1.

b. "Income Elasticity of Demand" atau Elastisitas Penghasilan Permintaan

Income elasticity of demand dapat didefinisikan sebagai persentase perubahan dalam jumlah komoditas yang diminta (Qx)dibagi dengan persentase perubahan dalam penghasilan (Y)

$$Ep = \frac{\text{(Persentase perubahan } Qx)}{\text{(Persentase perubahan } Yx)}$$

Dengan mengetahui besarnya koefisien income elasticity of demand maka komoditas-komoditas dapat dikelompokkan menjadi komoditas mewah, komoditas kebutuhan pokok, dan komoditas inferior.

Untuk komoditas mewah terlihat bahwa persentase perubahan jumlah komoditas yang diminta lebih besar daripada persentase perubahan tingkat penghasilan konsumen. Untuk komoditas-komoditas pokok peningkatan jumlah komoditas yang diminta sebagai akibat meningkatnya penghasilan konsumen lebih kecil dari proporsional. Untuk komoditas inferior bila penghasilan konsumen naik, justru konsumen membeli lebih sedikit komoditas inferior ini. Jauh tidaknya pergeseran ini tergantung pada besar kecilnya koefisien income elasticity of demand itu.

c. Elastisitas Silang

Elastisitas silang adalah tanggapan jumlah komoditas x yang diminta terhadap perubahan harga komoditas lain yang mempunyai hubungan dengan komoditas x tersebut. Komoditas-komoditas yang mempunyai hubungan ini dapat bersifat

pengganti ataupun komplementer. Hal ini dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Es = \frac{(\Delta \ Qx/Qx)}{(\Delta \ Py/Py)}$$

Apabila komoditas-komoditas itu saling mengganti sifatnya, maka koefisien elastisitas silang positif, dan apabila komoditas-komoditas itu saling melengkapi, maka koefisien elastisitas silangnya negatif.

C. Penawaran

Penawaran (supply) adalah jumlah komoditas yang ditawarkan oleh pasar. Adapun hukum penawaran menyatakan bahwa apabila harga suatu komoditas naik makajumlah komoditas yang ditawarkan akan meningkat, dengan catatan bahwa variabelvariabel yang lain tetap. Bila ditulis adalah sebagai berikut:

$$Qs = f(Px, T, I)$$

Ikhtisar Berbagai Hubungan Elastisitas

				1
a.	Elastisitas H	$arga \left[\frac{\Delta Q/Q}{\Delta P/P} \right]$		
	Nilai elastisitas	Sebutan komoditas	Kenaikan Harga akan mengakibatkan	Penurunan Harga akan mengakibatkan
	<i>Eh</i> < 1	inelastis	- penerimaan naik	- penerimaan menurun
	Eh = 1	unitary elasticity	- penerimaan tetap	- penerimaan tetap
	<i>Eh</i> > 1	elastis	- penerimaan menurun	- penerimaan naik
b.		endapatan $\left[\frac{\Delta Q/Q}{\Delta Y/Y} \right]$		
	Nilai elastisitas	Sebutan komoditas	Kenaikan Penghasilan mengakibatkan	Penurunan Penghasilan mengakibatkan
	<i>Ey</i> < 1	inferior	- jumlah diminta menurun	- jumlah diminta naik
	0 < Ey < 1	kebutuhan pokok	- jumlah diminta naik dengan persentase lebih rendah	- jumlah diminta menurun dengan persentase lebih rendah
	1 < Ey	mewah	 jumlah diminta naik dengan persentase lebih tinggi 	 - jumlah diminta menurun dengan persentase lebih tinggi
c.	Elastisitas S	ilang $\left[\frac{\Delta Q/Q}{\Delta P_v/P_v}\right]$		
	Nilai elastisitas silang	Hubungan antar- komoditas	Kenaikan Harga Y mengakibatkan	Penurunan Harga Y mengakibatkan
	Es > 0	substitusi	- A yang diminta naik	- A yang diminta menurun
	Es = 0	tidak	- A yang diminta tetap	- A yang diminta tetap
	Es < 1	berhubungan komplementer	- A yang diminta turun	- A yang diminta naik

di mana,

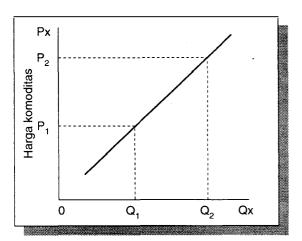
Qx = komoditas x yang ditawarkan

Px = harga komoditas x per unit

T = teknologi

I = input price

Dalam hal ini yang diartikan *I* di antaranya adalah biaya yang dikeluarkan untuk tenaga kerja, modal, tanah, dan lain-lain, yang dapat mempengaruhi *Qx*. Dalam rumus di atas *Qx* merupakan variabel tidak bebas, sedangkan *Px*, *T*, *I* adalah variabel bebas. Jadi, dalam hal ini yang diperhatikan hanya hubungan antara tingkat harga komoditas dan jumlah komoditas yang ditawarkan, sedangkan variabel lain dianggap tetap.

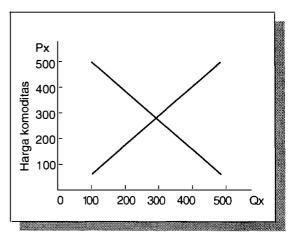


Gambar 5.9 Kurva Penawaran

Bila digambarkan dengan grafik akan terlihat seperti Gambar 5-9 yaitu pada harga P_2 yang lebih besar daripada P_1 maka jumlah komoditas yang ditawarkan Q_2 lebih besar daripada Q_1 .

D. Harga Keseimbangan

Harga keseimbangan tercapai bila permintaan bertemu dengan penawaran yang dapat ditunjukkan oleh perpotongan antara kurva permintaan dan kurva penawaran. Apabila keadaan itu digambarkan akan tampak seperti pada Gambar 5-10.



Gambar 5-10 Harga Keseimbangan

RINGKASAN

- Tujuan pengkajian kelayakan adalah untuk menjawab pertanyaan layak tidaknya suatu gagasan atau usulan diwujudkan menjadi kenyataan. Hal ini dikaitkan dengan tingkat keberhasilan yang hendak diraih.
- Melihat kegunaannya yang strategis, yaitu sebagai bahan pengambilan keputusan, maka suatu studi kelayakan haruslah mencakup berbagai aspek yang terkait serta memperhatikan mutu dan jangkauan pengkajian.
- Aspek-aspek yang akan disorot tergantung dari lingkup usaha dan tujuannya. Untuk proyek atau investasi membangun industri, aspek-aspek yang disorot umumnya meliputi pemasaran, teknis, finansial, ekonomi, serta dampak lingkungan.
- Pengkajian apsek pasar berfungsi menghubungkan manajemen suatu organisasi dengan pasar yang bersangkutan melalui informasi. Selanjutnya, informasi ini digunakan untuk mengidentifikasi kesempatan dan permasalahan yang berkaitan dengan pasar dan pemasaran.

- Setelah informasi dianggap cukup, misalnya dari hasil survei pasar maka dapat dibuat analisis permintaan dan penawaran serta besarnya elastisitas.
- Hukum permintaan menyatakan bahwa apabila harga suatu komoditas naik, maka jumlah komoditas yang diminta akan turun (apabila variabel-variabel lain tetap).
- Hukum penawaran menyatakan bahwa apabila harga suatu komoditas naik, maka jumlah komoditas yang ditawarkan akan naik pula.

SOAL LATIHAN

- 1. Suatu rencana pembangunan proyek atau menanam investasi perlu didahului dengan mengkaji kelayakannya. Apakah semua jenis proyek harus demikian? Sebutkan aspek-aspek yang harus dikaji (bila perlu) pada proyek penelitian dan pegembangan, proyek pemberantasan buta huruf, dan proyek perbaikan kampung.
- 2. Dikenal adanya siklus proyek dan siklus produk atau sistem. Bila hendak membangun proyek E-MK, sampai di mana jangkauan pengkajian diadakan. Sejauh mana siklus produk diperhatikan. Jelaskan jawabannya!
- 3. Terangkan sistematika studi kelayakan bagi proyek membangun pabrik manufaktur!
- 4. Dalam studi kelayakan, aspek teknis dan aspek-aspek lain seperti ekonomi, finansial, dan pemasaran, mempunyai keterkaitan erat dan saling mengisi atau memberi umpan balik. Jelaskan pengertian tersebut!
- 5. Jelaskan pengertian elastisitas-elastisitas harga permintaan, *income elasticity of demand*, dan elastisitas silang! Berikan contoh yang bersangkutan.

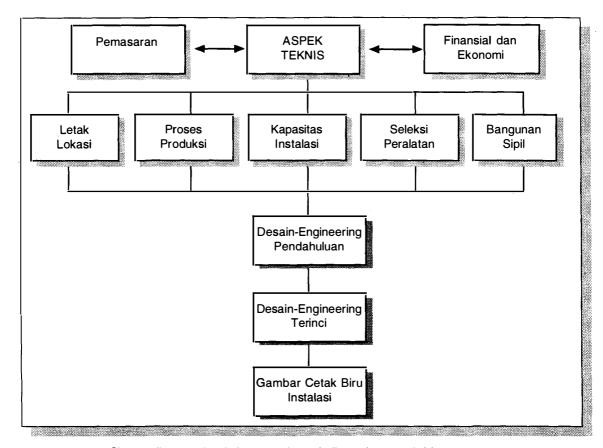
Aspek Teknis

engkajian aspek teknis dalam studi kelayakan dimaksudkan untuk memberikan batasan garis besar parameter-parameter teknis yang berkaitan dengan perwujudan fisik proyek. Pengkajian aspek teknis amat erat hubungannya dengan aspek-aspek lain, terutama aspek ekonomi, finansial dan pasar. Hubungan erat di sini diartikan sebagai saling memberi masukan, dan keputusan mengenai aspek yang satu tergantung bagaimana dampaknya terhadap aspek yang lain dan sebaliknya. Aspek teknis memiliki pengaruh besar terhadap perkiraan biaya dan jadwal, karena

akan memberikan batasan-batasan lingkup proyek secara kuantitatif. Pada studi kelayakan aspek ini masih dalam bentuk konseptual. Baru nanti di tahap-tahap berikutnya dilanjutkan dan dikembangkan menjadi desain-engineering terinci, dan menjadi cetak biru proyek yang akan dibangun.

Maksud Pengkajian Aspek Teknis

Maksud dan tujuan pengkajian aspek teknis adalah sebagai berikut:



Gambar 6-1 Sistematika aspek teknis sampai menjadi gambar cetak biru.

- a. Pada tahap awal bertujuan merumuskan gagasan yang timbul ke dalam batasan yang konkret dari segi teknis.
- b. Selanjutnya hasil pengkajian aspek teknis (yang semakin mendalam) dipakai sebagai masukan pengkajian aspek-aspek lain seperti finek, AMDAL, perkiraan biaya dan jadwal.
- c. Akhirnya lingkup aspek teknis sampai kepada kegiatan desain engineering terinci, menghasilkan cetak biru (blue print) proyek yang akan dibangun.

Butir a dan b dikerjakan pada studi kelayakan sedangkan butir c di tahap-tahap PP/definisi dan implementasi fisik.

Pengkajian aspek teknis mencakup hal-hal sebagai berikut:

- Menentukan letak geografis lokasi.
- Mencari dan memilih teknologi proses produksi.

- Menentukan kapasitas produksi.
- Denah atau tata letak instalasi.
- Bangunan instalasi (plant building).

Keputusan yang diambil dari pengkajian di atas merupakan keputusan penting menyangkut keberhasilan proyek secara keseluruhan. Setidaknya terdapat 3 alasan mengapa keputusan tersebut penting bagi kelanjutan proyek, yaitu:

- Merupakan komitmen jangka panjang, yang bila tidak tepat sulit diperbaiki.
- Berpengaruh besar terhadap biaya pembangunan proyek.
- Mempunyai dampak permanen terhadap biaya operasi/produksi.

Gambar 6-1 memperlihatkan sistematika pengkajian aspek teknis.

6-1 | Leta

Letak Geografis Lokasi

Karena sifatnya yang strategis maka pemilihan lokasi harus didasarkan atas pengkajian seksama yang berkaitan dengan unit-ekonomi dari instalasi spesifik yang hendak dibangun, baik dari segi teknis konstruksi (keadaan tanah, iklim, gempa bumi) maupun kelangsungan operasi dan produksi di masa depan. Sementara itu, dari waktu ke waktu muncul faktor-faktor baru yang mempengaruhi pertimbangan, misalnya adanya perhatian yang semakin besar dan peraturan yang bertambah ketat dalam masalah lingkungan hidup. Langkah-langkah yang digunakan dalam pemilihan lokasi adalah sebagai berikut:

1. Identifikasi Daerah atau Regional

Di sini dipertimbangkan garis besar faktor seperti dekat dengan daerah pemasaran, tersedianya bahan baku, dan tenaga kerja. Juga faktor iklim dan gempa bumi perlu diperhatikan dalam mengidentifikasi calon daerah tempat membangun proyek.

2. Lokasi atau "Site"

Dilanjutkan dengan mempersempit daerah pemilihan yaitu menentukan lokasi yang pasti di dalam daerah yang telah dianggap memenuhi persyaratan. Diteliti lebih jauh faktorfaktor tersedianya tanah, topografi dan kondisi (rawa, berbatu).

3. Faktor Penunjang

Dalam memilih lokasi, perlu diperhatikan pula faktor penunjang, seperti utiliti, infrastruktur, dan fasilitas pelayanan umum.

4. Lain-lain

Beberapa faktor lain yang juga perlu diperhatikan dalam memilih lokasi adalah sikap masyarakat terhadap proyek atau investasi, masalah lingkungan hidup, dan peraturan-peraturan yang mendukung (pajak, perburuhan, bea masuk, dan lain-lain).

Setelah hal-hal di atas dikaji maka untuk proyek swasta yang menjadi penentu terakhir adalah faktor finansial dan ekonomi.

A. Identifikasi Daerah

Di atas disebutkan bahwa identifikasi daerah atau regional ditentukan oleh faktorfaktor sumber bahan baku, area pemasaran dan tersedianya tenaga kerja.

Bahan Baku

Pabrik memerlukan bahan baku yang akan diproses menjadi produk. Untuk sampai ke pabrik perlu diangkut dari sumbernya. Suatu perusahaan amat berkepentingan menjaga agar suplai bahan bakunya dapat berkesinambungan, dengan harga yang layak dan biaya transportasi rendah. Oleh karena itu, salah satu pertimbangan dalam memilih lokasi adalah dekat dengan sumber bahan baku. Bahkan untuk industri tertentu, kedekatan dengan sumber bahan baku seringkali merupakan suatu keharusan bila ingin mencapai biaya produksi yang ekonomis. Masuk dalam golongan ini adalah pabrik-pabrik gula tebu, kertas, semen, tembaga, nikel, dan lain-lain. Contoh lain adalah kilang LNG, yang memproses gas alam, sampai menjadi produk cair.

Pada industri-industri semacam ini, dalam usaha mengurangi biaya transportasi bukan dilakukan dengan mengurangi bobotnya tetapi volumenya, di mana volume produk menjadi tinggal 1/500 volume bahan baku. Jadi, untuk golongan industri yang dalam proses pengolahannya dari bahan baku menjadi produk berkurang sebagian besar beratnya atau volumenya, sedangkan agar ekonomis harus diproduksi dalam jumlah yang besar, maka prioritas pemilihan lokasi adalah di dekat sumber bahan baku. Dengan demikian akan memudahkan dan mengurangi biaya transportasi, yang selanjutnya berdampak merendahkan biaya produksi.

Daerah Pemasaran

Berbagai macam perusahaan atau industri memilih menempatkan fasilitas produksinya di dekat area pemasaran. Tujuannya adalah memperpendek jaringan distribusi produk sehingga cepat sampai ke tangan konsumen. Fasilitas seperti rumah sakit, kantor pos, pemadam kebakaran akan selalu memilih lokasi dekat dengan pemakai. Industri yang menghasilkan produk tidak tahan lama atau yang mudah rusak, perlu dekat dengan konsumen. Akan amat membantu bilamana area pemasaran tersebut telah memiliki infrastruktur (jalan, telekomunikasi) yang telah berkembang.

Sementara itu, perkembangan kesadaran pelestarian lingkungan semakin meningkat dengan akibat terbatasnya macam industri yang diijinkan beroperasi di daerah yang banyak penghuninya. Faktor ini banyak membatasi keinginan perusahaan untuk menempatkan fasilitas produksinya di daerah pemasaran.

Tenaga Kerja

Keperluan tenaga kerja dapat dibagi menjadi tenaga kerja untuk membangun proyek dan untuk operasi/produksi.

a. Tenaga Kerja Proyek

Keperluan tenaga kerja proyek tergantung pada ukuran proyek yang akan dibangun; untuk proyek E-MK yang besar dan kompleks, kebutuhan tenaga kerja pada masa puncak dapat mencapai 6.000-7.000 tenaga lapangan plus 500 tenaga terampil/ahli untuk jangka waktu 2-3 tahun. Dalam pemilihan lokasi, diusahakan agar tenaga kerja tersedia dalam jumlah dan kualitas yang diperlukan di sekitar daerah atau wilayah yang bersangkutan. Bila harus didatangkan dari luar, fasilitas penampungan, catering, perawatan, rekreasi dan transportasi akan menambah beban biaya proyek.

b. Tenaga Kerja Operasi/Produksi

Tenaga kerja ini diperlukan untuk menangani operasi dan pemeliharaan fasilitas yang dibangun proyek. Jumlah dan klasifikasinya berbeda dibanding butir *a*, dengan jangka waktu panjang yaitu selama pabrik masih berproduksi. Untuk maksud tersebut diperlukan tenaga kerja terampil maupun kurang terampil.

Hal yang harus dipertimbangkan mengenai masalah tenaga kerja operasi jika dikaitkan dengan pemilihan daerah di mana lokasi pabrik atau fasilitas perusahaan akan didirikan adalah tersedianya tenaga kerja dan tingkat upah yag dapat dijangkau. Upah tenaga kerja bervariasi, tergantung daerah, tingkat keterampilan dan produktivitas. Upah tenaga kerja menjadi amat menentukan bagi jenis industri yang bersifat *labor intensive* seperti pabrik tekstil, sepatu, mainan anakanak, dan lain-lain.

Hal yang tidak kalah penting untuk dipertimbangkan adalah tenaga kerja terampil dan tenaga ahli. Golongan ini seringkali terkonsentrasi di kota, dan kurang berminat untuk pindah ke tempat jauh tanpa ada kompensasi yang cukup menarik, apalagi bila keluarga tersebut memiliki lebih dari satu sumber penghasilan. Oleh karena itu, industri elektronika yang memerlukan banyak tenaga ahli dan tenaga terampil umumnya berlokasi di daerah atau kota yang banyak memiliki sumber tenaga terampil. Agar industri pemrosesan yang didirikan di tempat terpencil dapat menarik tenaga kerja terampil, maka seyogyanya industri tersebut perlu melengkapi diri dengan fasilitas akomodasi dan rekreasi yang lengkap. Semakin terpencil lokasi industri, seharusnya, makin besar pula perhatian dan biaya untuk maksud tersebut. Faktor-faktor di atas perlu diperhitungkan dalam mengidentifikasi daerah yang akan dipilih untuk lokasi proyek.

Iklim dan Daerah Gempa

Iklim suatu daerah merupakan salah satu parameter rancangan instalasi, serta jadwal dan biaya konstruksi. Di daerah yang lembab, kandungan air dalam udara relatif tinggi sehingga material cepat berkarat dan lapuk. Suhu udara menentukan efisiensi dan kapasitas peralatan seperti gas turbin atau pendingin dengan udara (air fin cooler). Pada hari-hari hujan, produktivitas tenaga kerja konstruksi di lapangan menurun. Sebaliknya, di daerah kering dan berpasir atau debu cukup mengganggu kelancaran pekerjaan dan perawatan peralatan. Oleh karena itu, pada pemilihan lokasi perlu dikaji besarnya curah hujan, arah dan kecepatan angin, rata-rata suhu dan

kelembaban udara, badai, dan lain-lain. Faktor gempa bumi pun mempengaruhi pemilihan daerah, terutama bagi industri berat. Pada industri semacam ini, gempa akan berakibat langsung terhadap biaya pembangunan proyek, premi asuransi dan safety pada masa operasi. Data-data gempa bumi umumnya dapat diperoleh dari badan atau organisasi yang berwenang. Faktor gempa bumi menentukan kriteria desain engineering, terutama dari segi keselamatan dan keandalan instalasi.

B. Lokasi atau Site

Untuk beberapa jenis usaha, faktor lokasi amat dominan, misalnya pada usaha perhotelan, pertokoan, perumahan dan real-estat. Kriteria pemilihan lokasi untuk usaha-usaha seperti itu dititikberatkan kepada sarana perhubungan, listrik, transportasi, jarak dengan pusat kegiatan kota, bebas banjir dan genangan air, dan pemandangan sekeliling. Kelangsungan jenis usaha tersebut di atas amat tergantung dari pemilihan lokasi. Pada lokasi yang strategis, harga tanah dan biaya pembebasannya cukup tinggi dibandingkan komponen-komponen biaya yang lain.

Proyek E-MK yang bermaksud mendirikan instalasi produksi, pertimbangannya akan berbeda. Di samping harga tanah di daerah kota mahal serta masalah lingkungan yang sering menjadi kendala, maka lokasi proyek-proyek jenis tersebut cenderung berada di kota yang harga tanahnya relatif tidak atau belum tinggi dan belum banyak dihuni penduduk.

Biaya Menyiapkan Lahan dan Membangun Proyek

Di samping faktor yang dipandang perlu dari segi pemasaran, distribusi, dan usaha secara keseluruhan, maka pemilihan site juga perlu memperhitungkan biaya menyiapkan lahan dan membangun proyek. Pada berbagai proyek, biaya pembangunannya banyak tergantung pada faktor teknis kondisi site. Misalnya, keadaan fisik site (rawa, pasir, tanah keras) dan lain-lain. Demikian pula halnya dengan tersedianya infrastruktur seperti jalan, jembatan, dan pelabuhan. Daftar ini akan bertambah panjang bilamana letak geografis site masih amat terisolir dari wilayah yang sudah

maju dari segi sosial ekonomi. Biaya proyek yang langsung dipengaruhi oleh faktor lokasi atau *site* akan dibahas pada Bab 9 dan 10.

C. Pendukung atau Penunjang

Faktor pendukung atau penunjang memainkan peranan penting dalam memilih lokasi. Di antara faktor-faktor pendukung tersebut adalah sebagai berikut:

- Penyediaan Utiliti Komoditi yang berupa utiliti untuk membangun proyek dan nantinya diperlukan dalam proses produksi meliputi tenaga listrik, air minum, air pendingin, bahan bakar dan uap air (steam). Suatu lokasi yang dekat dengan sumber utiliti akan mengurangi keperluan biaya pertama investasi.
- Tenaga Listrik Hal yang perlu dipertimbangkan adalah berapa besar kapasitasnya dan berapa harga persatuan tenaga, bagaimana keandalan dan kelangsungan suplainya. Bila tenaga listrik tidak tersedia berapa besar biaya membangun sendiri instalasi pembangkit tenaga listrik tersebut, termasuk transformator dan jaringan distribusinya.
- Air Minum, Air Proses dan Air Pendingin Hal yang perlu dipertimbangkan adalah dari mana sumber air minum, air proses dan pendingin akan diperoleh. Cukupkah kuantitasnya. Bagaimana kualitasnya, perlukah unit pembersih dan lain-lain. Untuk pabrik kertas dan kilang minyak diperlukan media pendingin dalam jumlah yang besar. Umumnya dipakai air sebagai media pendingin dan diambil dari sungai, telaga atau laut. Untuk ini hendaknya dipikirkan ke mana membuangnya kembali dan bagaimana dampaknya terhadap kelestarian lingkungan.
- Pembuangan Limbah Untuk industri kimia, pembuangan limbah merupakan masalah yang banyak mendapatkan sorotan dan perhatian. Isu yang sering dilemparkan adalah apakah dari segi teknis lokasi tersebut masih dapat mentolerir kadar dan macam limbah yang akan dihasilkan oleh pabrik yang akan dibangun. Bila tidak, masih mungkinkah dari segi ekonomi membangun fasilitas untuk

mendaui ulang atau mengurangi kadar komponen limbah yang tidak diingini.

• Perluasan dan Pengembangan Pada studi kelayakan proyek/investasi yang lengkap, selalu dipikirkan kemungkinan pengembangan usaha, baik yang berakibat perluasan pabrik atau fasilitas yang lain. Dalam hal ini, hubungannya dengan pemilihan lokasi adalah tersedianya tanah dengan harga terjangkau dari segi ekonomi.

D. Lain-lain

Termasuk dalam klasifikasi ini adalah lingkungan hidup, kemajuan daerah sekitarnya, sikap masyarakat, peraturan pemerintah daerah maupun pusat, serta pajak.

Kemajuan Daerah Sekitarnya

Kemajuan atau perkembangan daerah sekitar lokasi di sini dihubungkan dengan tersedianya berbagai sarana yang memberikan kemudahan seperti pertokoan, hotel, tempat rekreasi, bengkel perbaikan peralatan atau pusat-pusat pelayanan (servis kendaraan, mesin-mesin ringan, dan lain-lain). Bila fasilitas tersebut belum ada atau terlalu jauh letaknya dari lokasi, maka pabrik yang akan didirikan terpaksa memikirkan pengadaannya.

Sikap Masyarakat

Faktor sikap masyarakat terhadap adanya industri atau usaha baru di sekitarnya tidak dapat diabaikan. Berbagai faktor yang menyebabkan kurangnya tanggapan positif dari mereka, misalnya tidak ingin adanya perubahan terhadap tradisi yang telah dipegang selama ini, harus melepaskan tanahnya dengan kompensasi yang menurutnya kurang seimbang, melihat pengalaman di tempat lain mereka merasa sebagian besar tidak ikut menikmati adanya industri di dekatnya. Untuk mengubah pandangan dan sikap yang negatif menjadi positif perlu dilakukan serangkaian pendekatan dan komunikasi dengan mereka bahwa apa yang mereka duga tidaklah benar.

Peraturan Pemerintah dan Pajak

Peraturan pemerintah pusat dan daerah dapat memberikan berbagai insentif bagi rencana investasi. Demikian pula halnya mengenai berbagai pungutan dan pajak (*tax holiday*, pembebasan bea masuk, dan lain-lain). Daerah yang memberlakukan insentif dan memberikan pelayanan (perijinan) paling baik tentu akan lebih menarik bagi calon investor.

Lingkungan Hidup

Masalah lingkungan hidup pada saat ini semakin mendapatkan perhatian. Implementasi fisik proyek dan operasi instalasi nantinya sering membawa perubahan yang dapat berakibat pada kelestarian lingkungan. Oleh karena itu, pemilihan lokasi hendaknya didahului dengan kegiatan penelitian dan perencanaan sebaik-baiknya agar implementasi fisik proyek berikut periode operasinya berpegang pada pengertian pembangunan berwawasan lingkungan, dalam arti bahwa pemanfaatan sumber daya alam dilakukan sesuai dengan kemampuan daya dukung alam di sekitarnya. Dengan demikian, kelestarian lingkungan hidup dalam masa-masa mendatang tetap terjaga. Karena kondisi awalnya (sebelum dibangun proyek) satu dan lain tempat berbeda, maka usaha untuk melestarikan pun memerlukan penanganan yang berbeda. Dengan demikian, biayanya pun tidak sama jumlahnya. Hubungannya dengan pembangunan proyek adalah perlu adanya pengkajian dan perencanaan segala faktor dalam satu bentuk penanganan yang menyeluruh, terdiri dari mata rantai penelitian sumber pencemaran, menentukan macam dan sifat pencemaran, memilih atau merekayasa alat untuk mengendalikannya agar masih memenuhi peraturan dan angka toleransi, akhirnya menghitung biaya yang diperlukan untuk pengadaan dan mengoperasikannya bagi masing-masing calon lokasi.

Analisis Biaya Lokasi

Salah satu cara analisis biaya pemilihan lokasi adalah menggunakan *location cost-vol-ume analysis* dengan sistematika sebagai berikut:

- a. Hitung biaya tetap dan variabel masing-masing lokasi.
- b. Buat garis total biaya masing-masing lokasi.

c. Periksa lokasi mana yang menghasilkan total biaya terendah.

Contoh analisis biaya pemilihan lokasi diberikan pada halaman 98.

Kecenderungan yang Semakin Berkembang

Dengan adanya berbagai faktor di atas dan perkembangan yang menyertainya, maka timbul suatu kecenderungan dalam memilih lokasi seperti berikut:

- Mengarah ke Pinggiran Kota Proyekproyek pembangunan fasilitas manufaktur dan industri cenderung memilih lokasi di pinggiran kota. Hal ini biasanya didorong oleh harga tanah yang umumnya lebih rendah, tersedia dalam jumlah yang memungkinkan dilakukannya perluasan di kemudian hari, tidak terlalu sulit untuk memenuhi tuntutan atau peraturan lingkungan hidup, relatif masih dekat dengan kota sebagai sumber penyedia tenaga kerja, kemungkinan tersedianya utiliti (listrik, air minum, dan lain-lain), pasaran produk dan jaringan transportasi.
- Daerah Industri Eksklusif Kecenderungan lain adalah mengarah ke lokasi daerah industri eksklusif (DIE), yaitu suatu daerah yang disiapkan oleh pihak pemerintah atau swasta dalam rangka menampung fasilitas produksi yang akan didirikan. Di DIE umumnya disediakan infrastruktur (jalan, komunikasi) dan keperluan utiliti. Di samping itu, juga akan menghadapi masalah perijinan yang lebih mudah dan lancar mengingat lokasi telah disediakan khusus untuk maksud tersebut.
- Resource versus Technology Base Dalam era globalisasi, pemilihan lokasi seringkali melampaui batas-batas kedaulatan negara. Misalnya, industri yang sifatnya resource based yaitu yang mengarah pada penggunaan resource yang tersedia seperti kekayaan alam atau bahan mentah, dan tenaga kerja untuk mendapatkan nilai tambah, maka proyek membangun industri macam ini cenderung memilih lokasi dekat dengan sumber daya yang bersangkutan dan dengan harga yang paling menarik. Sebagai contoh, industri sepatu berpindah dari Korea ke Indonesia atau

industri tekstil tertentu dari Jepang ke Indonesia. Mereka mencari sumber daya, dalam hal ini tenaga kerja yang relatif murah dibandingkan di negerinya. Ini dapat dibedakan dari industri yang sifatnya technology based di mana proses produksi dan produknya

mengandung teknologi canggih, seperti industri pesawat terbang, barang-barang elektronika, dan lain-lain. Pertimbangan pemilihan lokasi proyek industri jenis tersebut umumnya tidak terlalu terkait dengan sumber daya yang bersangkutan.

Contoh Soal

Anda diminta menganalisis suatu lokasi pabrik yang memiliki biaya tetap dan variabel sebagai berikut. Jumlah produksi diperkirakan 7.000 unit per tahun.

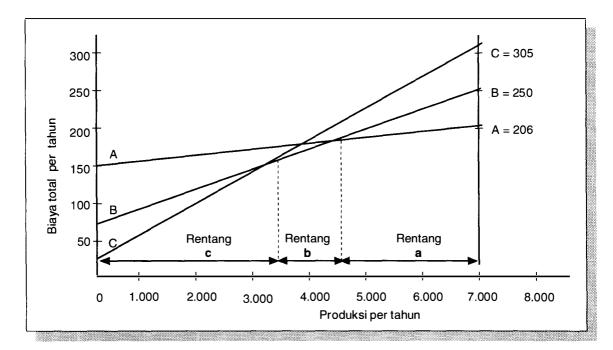
Lokasi	Biaya Tetap per Tahun (Rp juta)	Biaya Variabel per Unit (Rp ribu)
Α	150,0	8,0
В	75,0	25,0
С	25,0	40,0

Jawaban

Total biaya per tahun adalah:

Lokasi A: 150,0 + (7.000)(8) = 150,0 + 56,0 = Rp 206,0 juta Lokasi B: 75,0 + (7.000)(25) = 75,0 + 175,0 = Rp 250,0 juta Lokasi C: 25,0 + (7.000)(40) = 25,0 + 280,0 = Rp 305,0 juta

Setelah angka-angka perhitungan dibuat grafik, maka terlihat bahwa pada rentang jumlah produksi **c** lokasi C memerlukan total biaya produksi terendah, berarti paling baik. Sedangkan untuk rentang jumlah produksi **b**, lokasi B terbaik. Demikian selanjutnya untuk rentang **a**, maka lokasi A paling menarik.



Gambar 6-2 Analisis biaya dalam pemilihan lokasi.

6-2 | Teknologi Proses Produksi

Proses produksi dapat dikatakan sebagai teknik atau metode yang dipakai untuk meningkatkan kegunaan barang atau jasa. Kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi menjanjikan banyak pilihan sekaligus risiko yang terkandung. Di negara yang sedang berkembang seringkali bukan hanya didasarkan pada efisiensi, tetapi juga melihat hal-hal lain yang terjadi di sekeliling lingkungan, seperti penciptaan lapangan kerja, sehingga perlu dipertimbangkan teknologi yang mendorong padat karya. Tentu saja keadaan demikian tidak dapat disamaratakan, tetapi perlu diteliti kasus demi kasus. Untuk menghasilkan produk tertentu kadang-kadang dikenal lebih dari satu macam proses produksi, misalnya:

- Minyak ringan dapat dihasilkan dari proses perengkahan dengan katalis (catalytic-cracking) atau perengkahan dengan panas (thermal-cracking).
- Bensin bermutu tinggi (angka oktan tinggi) dapat diproduksi dengan proses alkilasi atau polimerisasi.
- Pembuatan besi baja dengan proses Bessemer atau tungku terbuka (open heart furnace).

Dalam mencari dan memilih kasus-kasus contoh di atas di samping perlu dipertimbangkan yang langsung berpengaruh terhadap biaya, juga perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

- Tersedianya bahan mentah;
- Teknologi yang akan dipakai telah terbukti andal. Ini dibuktikan atas dasar pengalaman pabrik-pabrik sejenis.
- Sedapat mungkin dipilih teknologi baru, karena biasanya lebih efisien dan tidak segera usang.

Jenis Teknologi Proses Produksi

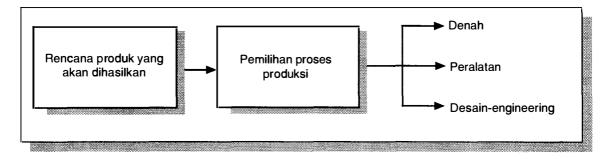
Memilih teknologi proses produksi berarti memilih proses menghasilkan produk atau pelayanan, menyangkut macam teknologi dan segala sesuatu yang berkaitan dengannya. Sekali keputusan pemilihan dijatuhkan, maka keputusan itu akan menentukan denah, macam peralatan, fasilitas penunjang dan desain engineering yang diperlukan. Gambar 6-3 menjelaskan hal tersebut.

Pada dasamya dikenal 2 macam teknologi proses produksi, yaitu proses produksi kontinu dan *intermitten* atau *batch*.

• **Proses Kontinu** Proses ini umumnya dimaksudkan untuk menghasilkan volume output yang besar. Karena sifat operasinya yang berulang-ulang (*repetitive*) maka dapat dicapai optimasi dan efisiensi yang tinggi dalam penggunaan sumber daya, baik peralatan maupun tenaga kerja.

Contoh industri yang menggunakan proses kontinu adalah pada perusahaan manufaktur yang menghasilkan keperluan sehari-hari seperti pesawat televisi, mesin cuci dan lain-lain. Juga pada instalasi kilang minyak, pupuk, petrokimia, dan lain-lain.

- Proses Intermitten atau Batch Proses macam ini digunakan bila pabrik menangani bermacam-macam proses yang berbeda. Misalnya, satu set rangkaian peralatan tertentu disusun untuk memroses atau pabrikasi satu agregat atau batch produk tertentu, kemudian dihentikan dan diset untuk memproses jenis produk lain yang berbeda. Peralatannya terdiri dari mesin-mesin yang berfungsi multipurpose sehingga lebih fleksibel, artinya dapat memenuhi lebih dari satu variasi produk. Volume produksi umumnya di bawah proses kontinu dengan harga satuan yang lebih tinggi.
- Otomatisasi dan CAM Dari segi lain dikenal adanya proses produksi yang meminimalkan penggunaan tenaga kerja dan tugas-tugasnya diganti dengan peralatan atau mesin. Hal ini disebut otomatisasi. Tergantung berapa jauh tujuannya, otomatisasi dapat meliputi aspek yang amat luas atau hanya sebagian kecil saja. Beberapa keuntungan otomatisasi adalah dapat menghasilkan produk yang uniform, berulang-ulang dalam waktu yang lama dan dalam jumlah yang



Gambar 6-3 Proses produksi menentukan denah, peralatan, dan desain engineering.

besar, tidak ada masalah kejenuhan dan kejemuan seperti pada tenaga kerja. Sedangkan kerugiannya adalah kurang fleksibel dan modal pertamanya tinggi.

Adapun CAM atau computer aided manufacturing adalah penggunaan komputer untuk mengendalikan proses produksi. Jadi, mengganti fungsi tenaga kerja/manusia dengan mesin. Pemakaiannya yang umum adalah untuk menangani material berbahaya, beracun atau tugas-tugas yang menjemukan.

• *Peralatan* Di atas disebutkan bahwa dengan dipilihnya proses produksi tertentu berarti telah memberi batas kepada pemilihan

peralatan atau mesin yang akan digunakan. Dalam hubungan ini perlu dibedakan adanya jenis peralatan atau mesin yang dirancang untuk "multiguna" dan yang untuk penggunaan khusus. Mesin multiguna dapat melakukan pekerjaan-pekerjaan (dengan batas tertentu) yang bervariasi. Adapun jenis mesin penggunaan khusus fungsinya terbatas pada satu macam pekerjaan, misalnya mesin pencetak lilin di kilang minyak. Mesin jenis terakhir ini dibuat berdasarkan pesanan. Pengetahuan atas jenis mesin, fungsi, dan karakteristiknya penting dalam rangka mendukung proses produksi yang telah dipilih.

6-3 Denah Instalasi

Pengaturan secara tepat tata letak instalasi beserta peralatannya atau juga disebut plant layout merupakan syarat penting karena erat hubungannya dengan efisiensi dan keselamatan (safety) pada waktu operasi. Hal ini berarti pertama-tama bentuk dan tata ruang bangunan instalasi harus sesuai dengan maksud kegunaannya atau fungsinya. Tujuan ini diusahakan dengan merancang atau merekayasanya sejak awal sewaktu mengkaji aspek teknis.

Pada dasarnya menyiapkan denah instalasi meliputi kegiatan pengaturan letak, serta hubungan antarfasilitas sebagai berikut:

- Penampungan dan penyimpanan produk, bahan mentah dan produk sampingan (byproduct).
- Peralatan untuk melaksanakan proses produksi.

Peralatan dan ruang gerak untuk handling material.

Pengaturan tata letak instalasi hendaknya dilakukan sedemikian rupa sehingga diperoleh koordinasi sebaik-baiknya dengan variabelvariabel lain seperti:

- Ruang perluasan di masa depan.
- Penghematan pemakaian utiliti.
- Keselamatan personil.
- Bahaya kebakaran.
- Premi asuransi.

Pada instalasi industri, denah serta jarak letak peralatan dan bangunan berpengaruh besar terhadap jumlah premi asuransi.

a. Penampungan dan Penyimpanan

Tempat menampung bahan mentah, produk dan produk sampingan acapkali terpisah agak jauh dari peralatan proses produksi, lebih-lebih bagi material yang mudah terbakar dan dalam jumlah yang besar. Bila hal ini menyangkut material cair, penanganannya dari tempat penampungan ke tempat pengolahan dan sebaliknya tidaklah terlalu sulit, yaitu dengan memompa melalui jaringan pipa yang disediakan untuk maksud tersebut. Tetapi bila berupa bahan padat, maka jarak antara kedua tempat tersebut harus diperhitungkan sebaik mungkin untuk mendapatkan keseimbangan antara keamanan (safety), kemudahan operasi dan faktor ekonomi.

b. Ruang Peralatan untuk Proses Produksi

Instalasi industri memiliki banyak peralatan untuk melaksanakan proses produksi/ manufaktur. Oleh karena itu dalam merencanakan denah peralatan, hendaknya diberikan alokasi ruang yang cukup, tidak terbatas hanya untuk tempat kedudukan masingmasing peralatan tetapi juga bagi ruang gerak operasi dan pemeliharaan.

Pengelompokan peralatan didasarkan atas fungsi yang sejenis sehingga dapat memudahkan operasinya serta mengefisienkan penggunaan tenaga kerja.

c. Ruang untuk Penanganan Material

Kebutuhan ruang untuk penanganan material terdiri dari ruang untuk gerakan dan tempat peralatan yang dimaksudkan. Seperti telah disebutkan di atas, material cair dan gas relatif lebih mudah menanganinya, misalnya memakai pompa atau kompresor, sedangkan material padat seringkali harus menggunakan conveyor ataupun kereta.

A. Pertimbangan dalam Menyusun Denah

J. L. Riggs (1980) mengusulkan berbagai pertimbangan perihal menentukan denah dalam desain suatu proyek membangun fasilitas manufaktur sebagai berikut:

1. Denah Menurut Production Line

Di sini peralatan untuk manufaktur disusun sesuai urutan operasinya. Dengan demikian, bahan mentah "masuk" ke dalam peralatan paling depan, kemudian ke urutan yang terdekat sampai akhirnya keluar dari peralatan terakhir sebagai barang jadi. Karena cara kerjanya yang demikian, maka denah semacam ini terbatas untuk menghasilkan satu macam produk atau bagian produk. Keuntungannya ialah meminimalkan handling material, mengurangi siklus manufaktur, menghemat ruangan dan inventori dalam proses produksi. Demikian pula operasi dan sistem kontrolnya dapat dibuat otomatis. Untuk merancang production line yang tepat, dalam arti bahwa kecepatan gerak, tipe, kapasitas, dan lain-lain dapat bekerja sinkron antara satu peralatan dengan peralatan yang lain, perlu perhitungan yang teliti. Apabila telah ditemukan sinkronisasi kerja yang optimal di antara peralatanperalatan yang menjadi komponen-komponennya, sehingga merupakan satu sistem yang terpadu, maka akan dicapai efisiensi yang amat tinggi. Kerugian production line adalah tidak mudah untuk memenuhi keperluan seandainya diingini perubahan produk.

Denah untuk Operasi atau Produksi Berbagai Macam Produk

Denah macam ini dirancang untuk memproses lebih dari satu macam produk. Di sini terjadi arus material yang terputus-putus (intermitten). Bila dikehendaki berbagai macam produk atau setengah jadi dengan interval yang bervariasi, maka denah dan metode produksi ini merupakan pilihan yang tepat, karena memiliki keluwesan yang tinggi untuk menanggapi fluktuasi permintaan. Dibanding dengan butir 1 maka denah butir 2 membutuhkan luas ruangan yang lebih besar, karena dalam proses manufakturnya material atau produk setengah jadi harus keluar masuk dari penampungan sementara, mesin dan tempat inspeksi secara batch.

3. Denah untuk Stationary Material

Di sini peralatan yang digunakannya harus bergerak menuju material yang tetap berada di tempatnya. Jadi, denah instalasi direncanakan untuk mengakomodasi sifat tersebut. Ini dijumpai misalnya pada galangan kapal atau bengkel pengelasan, di mana tukang las beserta peralatannya bergerak, sedangkan material (dalam hal ini kapal) tetap pada tempatnya.

4. Kombinasi

Kebanyakan denah pada instalasi industri menerapkan kombinasi dari ketiga macam di atas. Misalnya, bila denah seperti butir 1 dianggap terlalu kaku sedangkan butir 2 dan 3 mahal. Tujuannya adalah tetap memelihara keluwesan dalam memroses produk dasar, sementara itu tetap diperoleh keuntungan-keuntungan dari arus stream-line dan handling material yang tinggi efisiensinya. Keadaan ini seringkali dijumpai pada pabrik-pabrik peralatan rumah tangga, alat pertanian, dan bagian-bagian kendaraan bermotor.

B. Denah untuk Keperluan Khusus

Beberapa macam denah yang dimaksudkan untuk memenuhi keperluan khusus adalah sebagai berikut:

- Assembly Island Pengaturan tempat kerja yang tepat akan banyak membantu implementasi konsep motivasi. Dengan berpegang pada asumsi bahwa akan lebih efektif mendelegasikan tanggung jawab kepada kelompok daripada kepada individu, maka denah harus dibuat sedemikian agar menunjang tumbuhnya kesatuan dan kerja sama kelompok. Contoh untuk ini adalah apa yang dikenal sebagai assembly island. Di sini posisi pekerja melingkar mengelilingi tempat kerja berbentuk ∪ untuk merakit atau melakukan inspeksi produk. Produk bergerak dengan bantuan conveyor.
- Orientasi ke Pembeli atau Pasar Titik berat pengaturan denah ke arah efisiensi penggunaan dan penghematan ruangan seperti gudang penyimpan barang, tidak akan sama dengan denah untuk memamerkan barang seperti di toko, yang disamping menyediakan ruang cukup untuk gerakan barang dan calon pembeli, juga harus dipikirkan faktor keindahan dan daya tarik.
- Ruang Kantor Untuk ruang kantor

seringkali ditekankan pada tersedianya ruangan yang cukup bagi masing-masing pegawai, atau kelompok pegawai dan terpisah dari gangguan yang dapat merusak konsentrasi atau pemusatan pemikiran.

C. Langkah Persiapan

Langkah yang ditempuh pada taraf pengembangan denah adalah sebagai berikut:

- Rancangan garis besar, dimulai dengan membuat skema bagan arus. Misalnya rancangan bagi industri manufaktur akan menunjukkan hubungan pokok antara ruang penyimpanan, bahan mentah, mesin atau peralatan, ruang penyimpanan produk, produk sampingan, serta ruang perluasan di masa depan.
- Peninjauan kembali secara lebih akurat, terutama perihal tempat mesin/peralatan dan urutannya sesuai aliran material dalam siklus produksi/manufaktur, serta ruang gerak untuk melaksanakan operasi dan pemeliharaan. Setelah tahap ini, akan diperoleh gambaran yang lebih jelas dalam bentuk yang semakin lama mendekati keperluan sesungguhnya.
- Dilanjutkan dengan memberikan perkiraan angka dimensi bagi masing-masing komponen, yang bila dijumlahkan akan diperoleh angka total ruang yang dimaksud.

Alat bantu yang amat berguna dalam menyusun denah adalah menggunakan model atau miniatur. Model ini adalah bentuk fisik proyek yang sesungguhnya akan dibangun dengan ukuran/skala yang diperkecil. Pembuatannya dikerjakan bersamaan dengan desain engineering terinci yaitu pada tahap implementasi fisik proyek. Keuntungan dari pembuatan model antara lain memberikan visualisasi yang nyata dan jelas akan dimensi instalasi yang akan dibangun serta bagian-bagiannya. Misalnya, elevasi serta jarak peralatan/mesin satu dengan yang lain, demikian pula arah serta route pipa yang diperlukan. Dari model tersebut kemudian dapat dibuat gambar isometrik.

6-4

Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi memberikan arti batas atas atau plafon produksi yang dapat dicapai oleh suatu instalasi, atau batas atas beban yang dapat ditampung oleh suatu fasilitas hasil proyek. Besar kapasitas produksi merupakan parameter penting untuk dipakai sebagai masukan perhitungan aspek ekonomi-finansial pada studi kelayakan dan dasar membuat desain engineering di tahap-tahap berikutnya. Sedangkan pada masa operasi dan produksi selalu dikaitkan antara kapasitas dan biaya operasi untuk menghasilkan per satuan produk. Pada umumnya semakin besar produksi sezmakin berkurang biaya produksi per unitnya. Oleh karena itu, dalam menentukan kapasitas suzan bahan mentah, dan ongkos produksi sebelum sampai kepada penentuan angka kapasitas. Dalam kalangan industri dibedakan antara kapasitas desain dengan kapasitas efektif.

1. Kapasitas Desain

Kapasitas design adalah kapasitas menurut rancangan design enginering, yaitu maksimum output yang dapat dicapai menurut perhitungan.

2. Kapasitas Efektif

Kapasitas efektif adalah kapasitas yang sesungguhnya setelah memasukkan parameter-parameter seperti faktor servis, pemeliharaan, dan kondisi-kondisi lain yang dihadapi dalam operasi.

Pada umumnya, kapasitas efektif lebih rendah dari kapasitas desain. Lebih-lebih bila unit telah beroperasi dalam waktu cukup lama.

Menentukan Besar Kapasitas

Perencanaan kapasitas meliputi pertimbangan jangka pendek dan panjang. Jangka pendek memperhitungkan perubahan produksi sewaktu-waktu seperti fluktuasi permintaan pasar, tersedianya bahan mentah (musiman), dan lain-lain. Jangka panjang berhubungan dengan tingkat prakiraan produksi jangka panjang. Seringkali besarnya kapasitas yang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan jangka pendek berbeda dengan untuk jangka panjang. Bila terjadi variasi demikian dengan perbedaan yang cukup besar, umumnya dilakukan hal-hal sebagai berikut:

- Memberikan fleksibilitas design yang cukup tinggi pada sistem yang hendak dibangun.
- Mengusahakan perencanaan yang bertujuan "meratakan" beban.

Bila faktor ekonomi/finansial dan teknis memungkinkan, memberikan fleksibilitas desain yang cukup tinggi amat menarik. Misalnya, dalam suatu pabrik dipasang tambahan pompa permanen untuk menampung kenaikan kapasitas jika sewaktu-waktu diperlukan. Namun, kadang-kadang keadaannya tidak sederhana seperti contoh di atas. Misalnya, kolom destilasi kilang minyak yang didesain dengan kapasitas tertentu, tidak akan bekerja baik dan menghasilkan mutu produk yang diinginkan bila harus beroperasi terlalu rendah di bawah kapasitas desain tanpa mengadakan perombakan besar-besaran, sehingga tidak ekonomis. Perencanaan yang bertujuan meratakan beban dan mencegah fluktuasi yang tajam merupakan alternatif yang sering dipilih.

6-5 Bangunan Instalasi

Gedung atau bangunan sipil pabrik (plant building) merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dari fasilitas instalasi industri dengan fungsi pokoknya sebagai tempat kerja, dan tempat peralatan, produk kadang-kadang

juga bahan mentah agar terlindung dari pengaruh cuaca yang dapat merusak seperti panas, dingin, lembab, dan lain-lain. Gedung atau bangunan pabrik berfungsi juga sebagai tempat penyimpanan yang aman, misalnya dari pencurian. Gedung atau bangunan sipil pabrik dapat terdiri dari kantor pusat administrasi di mana pimpinan pabrik berada, kantor desain engineering, bangunan tempat peralatan/mesin produksi disusun, gedung pusat pengendalian (control room), perbengkelan dan pemeliharaan, gudang, dan lain-lain. Karena fungsinya berbeda maka desainnya pun berbeda-beda.

A. Gedung Berlantai Satu atau Bertingkat

Dalam menentukan rancangan gedung tempat proses produksi dan mesin-mesin, pertama-tama yang perlu dipikirkan adalah apakah gedung akan didesain satu lantai (single story) atau bertingkat (multi story). Masing-masing desain tersebut memiliki keuntungan dan kekurangan. Bangunan satu lantai dengan tiang-tiang tidak rapat (12-20 meter) dilengkapi kolom-kolom horisontal pada plafon untuk pergerakan peralatan, akan menambah fleksibilitas operasi dan pemeliharaan. Penerangan cukup dan merata. Penanganan aliran material (produk, bahan mentah atau setengah jadi) mudah dilakukan. Keuntungan bangunan satu lantai dari segi konstruksi adalah memerlukan struktur pondasi yang relatif ringan dan tidak terlalu sulit menanggulangi getaran yang disebabkan oleh mesin. Untuk bangunan bertingkat, keuntungan yang menonjol adalah mengurangi keperluan tanah, susunan denahnya kompak dan memungkinkan penggunaan gaya berat pada arus pergerakan barang. Sedangkan aspek yang kurang menguntungkan adalah struktur dan pondasinya harus tangguh.

Berdasarkan kenyataan di atas, bangunan satu lantai akan dipilih bila harga tanah tidak tinggi dan pabrik memiliki peralatan atau mesin-mesin yang berat. Sedangkan jika harga tanah mahal dan peralatan atau mesin pabriknya ringan akan dipilih bangunan bertingkat. Jadi, secara singkat keuntungan yang akan diperoleh dari suatu gedung yang dirancang secara tepat untuk operasi adalah sebagai berikut:

- Memperlancar dan memperpendek arus barang yang diproses.
- Mengurangi biaya penanganan.

- Memudahkan pengawasan dan supervisi.
- Memudahkan pekerjaan pemeliharaan.
- Mengurangi keperluan penyimpanan.
- Memperkecil keperluan inventori.
- Memberi kenyamanan kepada buruh dan pegawai.

Salah satu perlengkapan penting dari gedung adalah sistem pembersih dan pengatur udara. Sistem ini bukan saja ditujukan untuk kenyamanan tetapi juga untuk menjaga kesehatan karena proses produksi sering menyebabkan timbulnya bahan sampingan yang tidak diingini seperti debu, asap, uap air, dan lainlain.

B. Gedung Administrasi

Jenis gedung admistrasi pabrik tidak seragam, mulai dari yang sederhana sampai mewah. Tetapi pada dasarnya dibangun dengan memperhatikan fungsi utamanya, yaitu untuk mengelola dan mengadministrasikan kegiatan pabrik. Ciri-ciri pokoknya adalah bertingkat satu atau dua, berdinding tembok dengan peredam suara dan air condition. Perlengkapan lainnya adalah sistem telekomunikasi dan reproduksi. Kamar atau ruang untuk para pimpinan, ruang luas terpisah masingmasing untuk personil keuangan, kepegawaian, pengadaan, dan lain-lain. Juga tersedia ruang rapat dan ruang tamu.

Setelah ditentukan macam gedung yang akan dibangun, langkah berikutnya adalah memikirkan tempat kedudukannya di dalam lokasi (battery limit) pabrik.

C. Penerangan

Penerangan yang cukup serta warna cat yang sesuai, di samping merupakan sebagian dari kebutuhan pokok operasi juga meningkatkan rasa nyaman di tempat kerja. Keadaan ini akan menaikkan produktivitas, efisiensi, kebersihan dan mengurangi kecelakaan. Perlu diusahakan intensitas sinar yang merata (tidak ada bayang-bayang) dan tidak menimbulkan sumber panas. Lampu flouressent atau neon sesuai untuk maksud di atas. Warna cat yang kontras dan memantulkan sinar dengan kuat akan menyilaukan pemandangan.

D. Kebisingan

Di banyak negara, peraturan keselamatan kerja menuntut agar kebisingan di tempat kerja dijaga tidak melebihi ambang batas, karena kebisingan yang berlebihan dapat mengganggu kesehatan, mempercepat rasa lelah dan mengganggu konsentrasi berpikir. Cara-cara yang sering digunakan untuk mengendalikan kebisingan di pabrik adalah sebagai berikut:

 Memisahkan dengan memasang dinding penyekat sumber kebisingan, dengan memakai material peredam suara.

- Mengurangi intensitas kebisingan dengan memperbaiki kondisi mesin yang menjadi sumber seperti menerapkan pemiliharaan secara teratur, memperbaiki segera bila terjadi kerusakan yang menyebabkan kebisingan.
- Memperhatikan faktor kebisingan pada waktu memilih mesin.

Usaha lain adalah dengan memperhitungkan faktor kebisingan pada waktu merencanakan denah instalasi, terutama bila menggunakan gedung bertingkat.

6-6 Manajemen dan Organisasi

Aspek manajemen dan organisasi dapat a.

digolongkan menjadi:

a. Manajemen proyek yaitu pengelolaan ke-

- a. Manajemen proyek yaitu pengelolaan kegiatan yang berkaitan dengan mewujudkan gagasan sampai menjadi hasil proyek berbentuk fisik.
- Manajemen operasi yang menangani kegiatan operasi atau produksi fasilitas hasil proyek.

Manajemen proyek dibahas sepanjang buku ini, sedangkan lingkup manajemen operasi adalah pengelolaan kegiatan yang langsung berhubungan dengan memproduksi barang atau memberikan pelayanan. Manajemen operasi dimulai dari usaha mendapatkan sumber daya, mengkonversikan masukan menjadi produk atau jasa yang diingini. Masukan di sini dapat terdiri dari bahan mentah, tenaga kerja, material, energi dan waktu. Mulai beberapa tingkatan proses seperti pemurnian, reaksi, penampungan, pembungkusan, inventori dan transportasi sampai ke pemakai/pelanggan. Dengan demikian, terjadi nilai tambah dari bahan mentah menjadi produk. Untuk menjaga agar kualitas produk sesuai dengan standar mutu maka di berbagai titik proses produksi dilakukan pemeriksaan/ inspeksi. Secara garis besar lingkup kegiatan operasi adalah sebagai berikut:

- Identifikasi jenis dan lingkup kegiatan operasi fasilitas hasil proyek.
- b. Menyusun organisasi pengelola.
- c. Membuat deskripsi pekerjaan (job description) posisi kunci.
- d. Merekrut dan melatih personil.
- e. Menjalankan operasi.

A. Identifikasi Jenis dan Lingkup Kegiatan

Jenis dan lingkup kegiatan operasi berbeda dari satu usaha ke usaha yang lain. Untuk usaha atau perusahaan manufacturing umumnya meliputi operasi manufaktur yang didukung oleh bidang-bidang pemasaran, keuangan, pengadaan, penelitian dan pengembangan.

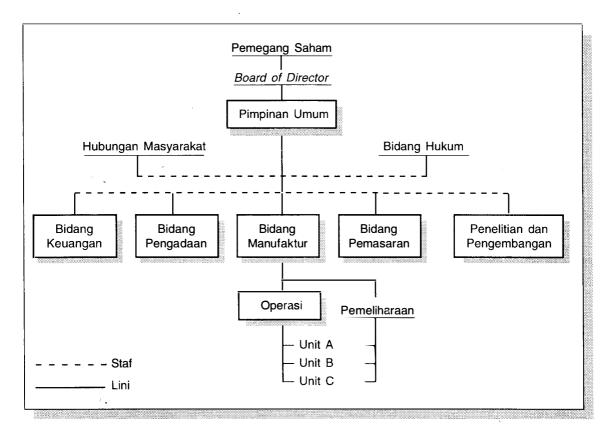
- Manufaktur Bidang ini bertanggung jawab untuk menghasilkan produk yang merupakan usaha utama dari perusahaan yang bersangkutan. Terdiri dari operasi memroses bahan baku menjadi produk, termasuk pula bidang-bidang pendukung seperti penyimpanan, pergerakan barang, pemeliharaan, engineering, dan perencanaan.
- Penelitian dan Pengembangan Untuk beberapa macam industri, bidang ini me-

megang peranan penting dalam mempertahankan dan meningkatkan usaha perusahaan. Misalnya pada industri elektronika, telekomunikasi, peralatan rumah tangga, dan kendaraan yang perkembangannya demikian pesat dan ketatnya persaingan, bila tidak didukung oleh penelitian dan pengembangan akan tertinggal dalam menguasai pasaran.

- *Pemasaran* Bidang ini mengurusi masalah promosi, penjualan, dan kadang-kadang juga pelayanan produk hasil pabrik yang bersangkutan.
- Pengadaan Kegiatan pengadaan meliputi penyiapan keperluan pabrik/perusahaan, pengkajian sumber, pembelian sampai penyimpanan barang-barang hasil pembelian.
- Administrasi, Keuangan, dan Personalia Ketiga bidang ini memberikan dukungan pelayanan administrasi, keuangan, dan kepegawaian kepada bidang manufaktur.

B. Organisasi Pengelola

Setelah identifikasi menghasilkan gambaran yang jelas kemudian disusun rencana organisasi pengelola operasi. Karena penekanan kepada spesialisasi dan efisiensi, maka struktur organisasi operasi umumnya disusun/dikelompokkan berdasarkan fungsi (dengan beberapa variasi seperti organisasi berdasarkan produk atau area) seperti telah disinggung pada Bab 5. Organisasi lini memberikan kerangka dasar kepada organisasi selanjutnya bilamana perusahaan tumbuh dan berkembang. Para eksekutif (pejabat lini) menyadari bahwa dengan berkembangnya perusahaan tidak semua pekerjaan dapat ditangani sendiri secara langsung, seperti bidang-bidang hukum, hubungan masyarakat, dan lain-lain. Untuk ini mereka memerlukan tenaga spesialis sebagai pembantu eksekutif yang berkedudukan sebagai staf. Gambar 6-4 menunjukkan contoh organisasi fungsional dilihat dari pembagian lini dan staf (hubungan masyarakat, hukum).



Gambar 6-4 Struktur organisasi operasi dilihat dari pembagian lini dan staf.

Menyusun Job Description, Merekrut dan Melatih

Agar pembagian tugas dan tanggung jawab menjadi jelas maka disusun uraian kerja masing-masing posisi kunci, arah pelaporan serta kerja sama horisontal. Dilanjutkan dengan membuat rencana perekrutan dan pelatihan tenaga atau personil yang diperlukan.

C. Melaksanakan Operasi

Di sini diterapkan prinsip-prinsip ma-

najemen fungsional, yaitu merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan segala sumber daya guna menjalankan operasi. Dari perencanaan jadwal agregat atau jumlah produksi, sampai kepada pengelolaan proses konversi, inventori, pembungkusan dan transportasi bahan mentah maupun produk.

Salah satu kegiatan manajemen operasi yang tidak kalah penting adalah usaha yang terus-menerus untuk meningkatkan efisiensi. Ini dimungkinkan karena sifat pekerjaan yang rutin, berulang-ulang, dan relatif tidak mengalami perubahan.

RINGKASAN

- Pengkajian aspek teknis dilakukan sejajar dengan aspek-aspek lain setelah penelitian pemasaran menunjukkan adanya faedah untuk melanjutkan studi kelayakan.
- Pada dasarnya lingkup pengkajian aspek teknis terdiri dari penentuan letak geografis lokasi, pemilihan teknologi produksi, penentuan kapasitas, denah instalasi, dan bangunan instalasi.
- Pemilihan letak lokasi mula-mula dilakukan melalui identifikasi daerah kemudian dipersempit dengan menentukan lokasi. Dalam hal ini, faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah sumber bahan mentah, daerah pemasaran, tenaga kerja dan transportasi, demikian juga tersedianya fasilitas pendukung lain seperti prasarana, utiliti, dan situasi lingkungan.
- Memilih teknologi produksi berarti memilih proses menghasilkan produk atau servis, yang pada tahap berikutnya akan menentukan macam denah, peralatan, dan desain engineering. Hal ini selanjutnya menentukan jumlah biaya yang diperlukan.
- Penentuan denah instalasi besar pengaruhnya terhadap efisiensi produksi dan keselamatan kerja. Ini dikerjakan dengan mempertimbangkan parameter-parameter penampungan dan penyimpanan produk, letak peralatan hubungannya dengan proses produksi, ruang gerak, dan penanganan material.
- Kapasitas produksi memberikan plafon atas produksi yang dapat dicapai oleh suatu instalasi hasil proyek. Plafon ini memberikan parameter untuk perhitungan dan pengkajian selanjutnya seperti desain engineering, perhitungan titik produksi, dan lain-lain.
- Penerangan yang cukup serta warna cat yang sesuai merupakan kebutuhan pokok operasi dan menumbuhkan rasa nyaman di tempat kerja. Di samping, itu di banyak negara telah memberlakukan peraturan kebisingan yang tidak boleh melampaui ambang batas; bila berkelebihan akan mengganggu kesehatan dan mengurangi daya konsentrasi berpikir.

SOAL LATIHAN

- 1. Dalam studi kelayakan, aspek teknis dan aspek-aspek lain seperti ekonomi, finansial, pemasaran mempunyai keterkaitan erat dan saling mengisi atau memberi umpan balik. Jelaskan pengertian tersebut!
- 2. Jelaskan peranan aspek teknis pada pembentukan atau penyusunan suatu lingkup proyek!
- 3. Terdapat kecenderungan yang semakin berkembang dalam memilih lokasi proyek seperti mengarah ke pinggir kota, daerah industri eksklusif, resource versus technology base. Mengapa timbul kecenderungan demikian? Uraikan pula sebab-sebabnya.
- 4. Sebutkan fungsi gedung atau bangunan sipil pada proyek E-MK. Faktor-faktor apa yang perlu diperhatikan dalam pemilihan gedung satu lantai dan multilantai untuk tempat proses produksi?
- 5. Apa perbedaan antara aspek teknis dengan desain engineering pada proyek E-MK?

Aspek Finansial

eputusan untuk melakukan investasi yang menyangkut sejumlah besar dana dengan harapan mendapatkan keuntungan bertahun-tahun dalam jangka panjang, seringkali berdampak besar bagi kelangsungan usaha suatu perusahaan. Oleh karena itu, sebelum mengambil keputusan jadi tidaknya suatu investasi, salah satu syarat terpenting adalah mengkaji aspek finansial dan ekonomi. Meskipun langkah ini sering memerlukan waktu yang cukup lama, bukan berarti memperlambat perusahaan mencari peluang mengembangkan usahanya, tetapi justru berupaya memilih dan menyaring macam proyek atau investasi yang memiliki potensi keberhasilan paling besar. Dasar dan tujuan analisis aspek finansial dibedakan dari aspek sosial-ekonomi. Analisis finansial berangkat dari tujuan yang umumnya dimiliki oleh perusahaan swasta yaitu berkepentingan untuk meningkatkan kekayaan perusahaan (maximize firm's wealth) yang diukur dengan naiknya nilai saham. Sedangkan aspek ekonomi, mengkaji manfaat dan biaya bagi masyarakat secara menyeluruh, misalnya proyek untuk keperluan negara atau publik. Di sini digunakan pendekatan analisis cost dan benefit dan cost effectiveness. Bab 7 mengawali pengkajian aspek finansial dengan pertamatama menyajikan sistematika analisis yang bersangkutan, kemudian dilanjutkan dengan analisis pendapatan serta aliran kas proyek dan diakhiri dengan membahas depresiasi.

Sistematika Aspek Finansial

Pimpinan perusahaan yang berkepentingan dengan kegiatan mengalokasikan dana tentulah menginginkan suatu metodologi atau prosedur yang dapat dipakai sebagai alat bantu untuk membuat keputusan investasi. Dalam proses mengkaji kelayakan proyek atau investasi dari aspek finansial, pendekatan

konvensional yang dilakukan adalah dengan menganalisis perkiraan aliran kas keluar dan masuk selama umur proyek atau investasi, yaitu menguji dengan memakai kriteria seleksi. Aliran kas terbentuk dari perkiraan biaya pertama, modal kerja, biaya operasi, biaya produksi dan *revenue*. Sistematika analisis aspek finansial di atas mengikuti urutan sebagai berikut:

1. Menentukan Parameter Dasar

Sebagai titik tolak analisis finansial, di sini dianggap telah diselesaikan studi-studi terdahulu yang menghasilkan parameter dasar untuk landasan membuat perkiraan biaya investasi. Parameter dasar memberikan ketentuan, antara lain mengenai kapasitas produksi, teknologi yang dipakai, pilihan peralatan utama, fasilitas pendukung, jumlah produksi, pangsa pasar, proyeksi harga produk, dan lain-lain. Dengan demikian, telah ada batasan lingkup proyek yang memungkinkan pembuatan perkiraan biaya pertama. Parameter dasar disusun berdasarkan masukan dari pengkajian dan penelitian aspek-aspek yang terkait terutama pemasaran dan teknikteknik engineering.

2. Membuat Perkiraan Biaya Investasi

Tiga komponen utama biaya investasi, yaitu biaya pertama atau biaya pembangunan, modal kerja (working capital), dan biaya operasi/produksi.

3. Proyeksi Pendapatan

Bila komponen biaya pada butir 2 tersebut adalah biaya yang diperlukan (dikeluarkan) untuk merealisir proyek atau investasi menjadi suatu unit usaha yang diinginkan, maka perkiraan atau proyeksi pendapatan (revenue) adalah perkiraan dana yang masuk sebagai

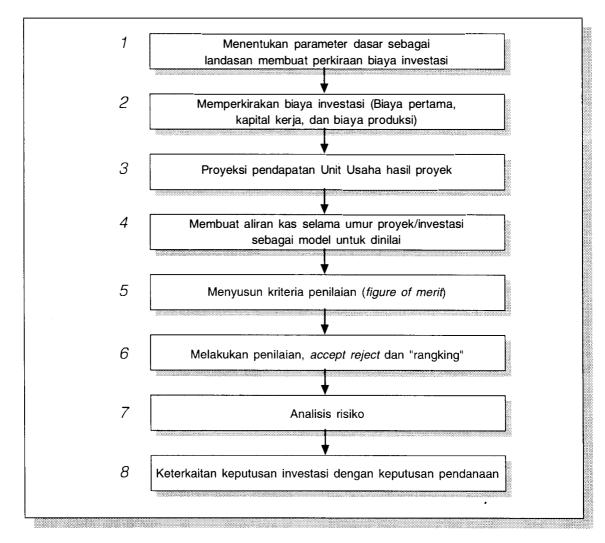
hasil penjualan produksi dari unit usaha yang bersangkutan. Dalam pada itu, analisis titik impas (break even point analysis) akan menunjukkan hubungan antara jumlah produksi, harga satuan, dan profitabilitas suatu unit usaha.

4. Membuat Model

Sebagai model untuk dianalisis dalam rangka mengkaji kelayakan finansial adalah aliran kas (cash-flow) selama umur investasi dan bukannya neraca atau laporan rugi-laba. Aliran kas tersebut dikelompokkan menjadi aliran kas awal, operasional, dan terminal. Selanjutnya, dihitung diskonto aliran kas tersebut. Di sini diteliti pula penyusutan serta pengaruh inflasi terhadap perkiraan aliran kas.

5. Kriteria Penilaian

Pembahasan mengenai kriteria penilaian (figure of merit) diawali dengan konsep equivalent yang mencoba memberikan bobot kuantitatif faktor waktu terhadap nilai uang seperti bunga dan rendemen (rate of return). Ini selanjutnya dipakai sebagai kaidah pokok dalam perhitungan serta analisis masalah finansial dan ekonomi. Pembahasan konsep equivalent dimaksudkan sebagai persiapan menyusun kriteria penilaian dan mengadakan analisis biaya. Kriteria penilaian atau kriteria profitabilitas merupakan alat bantu bagi manajemen untuk membandingkan dan memilih alternatif investasi yang tersedia. Terdapat bermacam-macam kriteria penilaian



Gambar 7-1 Sistematika analisis kelayakan proyek/investasi dari aspek finansial.

Aspek Finansial 111

yang dianggap baku. Beberapa di antaranya memperhitungkan konsep *equivalent* seperti NPV, IRR, *benefit-cost ratio*, indeks profitabilitas, dan lain-lain. Adapun yang tidak memperhitungkan konsep tersebut adalah periode pengembalian dan *return on investment* (ROI).

6. Melakukan Penilaian dan Menyusun Rangking Alternatif

Penilaian akan menghasilkan mana usulan yang mempunyai prospek baik dan tidak baik, untuk selanjutnya ditolak atau diterima. Ini dikenal dengan pendekatan accept-reject decision. Dalam situasi tertentu sering pula diperlukan adanya "rangking" untuk proyekproyek yang diusulkan.

7. Analisis Risiko

Langkah-langkah evaluasi di atas sampai pada menyusun alternatif rangking, dilakukan terhadap suatu asumsi tertentu, baik mengenai biaya yang dikeluarkan untuk investasi maupun pemasukan dari pendapatan yang akan diperoleh atau faktor-faktor lain. Suatu asumsi tidak akan tepat, selalu memiliki risiko

berbeda atau meleset dari kenyataan. Bila kenyataan sesungguhnya berada jauh di luar batas rentang maka hasil-hasil rangking alternatif pun akan berbeda.

Pendekatan yang dilakukan pada butir-butir di atas adalah memisahkan analisis keputusan investasi dengan keputusan pendanaan (financing decision). Prosedur tersebut merupakan pendekatan yang umumnya ditempuh untuk mendapatkan hasil yang optimal dalam mengkaji aspek finansial kelayakan proyek. Keputusan investasi mencoba menentukan proyek atau aset apa yang akan dipilih dan berapa besar biayanya, sedangkan keputusan pendanaan berurusan dengan bagaimana dan dari mana proyek dibiayai. Jadi, setelah pemilihan usulan investasi dianalisis dengan berbagai kriteria (misalnya, NPV atau IRR), maka langkah selanjutnya adalah mencoba mengaitkan dengan keputusan pendanaan dan melihat bagaimana kemungkinan interaksi yang terjadi. Ringkasan sistematika di atas disajikan dalam bentuk diagram seperti terlihat pada Gambar 7-1.

Butir-butir 1, 2, 3, dan 4 dibahas pada Subbab 7-1 sedangkan 5, 6, dibahas pada Subbab 7-2, 7 pada Subbab 7-3.

7-1 Analisis Pendapatan dan Aliran Kas

Jika digambarkan dalam bentuk grafik, profil biaya dan pendapatan selama umur proyek atau investasi, yang dibuat berdasarkan kumulatif komponen-komponennya akan terlihat seperti pada Gambar 7-2. Pada gambar tersebut, dibedakan pengertian antara siklus proyek dengan umur proyek atau investasi. Siklus proyek dimulai dari permulaan kegiatan proyek sampai pembangunan fisik selesai, sedangkan umur proyek atau investasi berlangsung sejak awal siklus proyek sampai instalasi atau produk hasil pembangunan fisik tidak lagi beroperasi atau tidak lagi berfungsi secara ekonomis. Jadi, umur proyek jauh lebih panjang dari siklus proyek.

Umur suatu proyek bergantung pada bermacam faktor, seperti faktor teknis, misalnya umur peralatan utama telah tua sehingga biaya pemeliharaan menjadi terlalu tinggi.

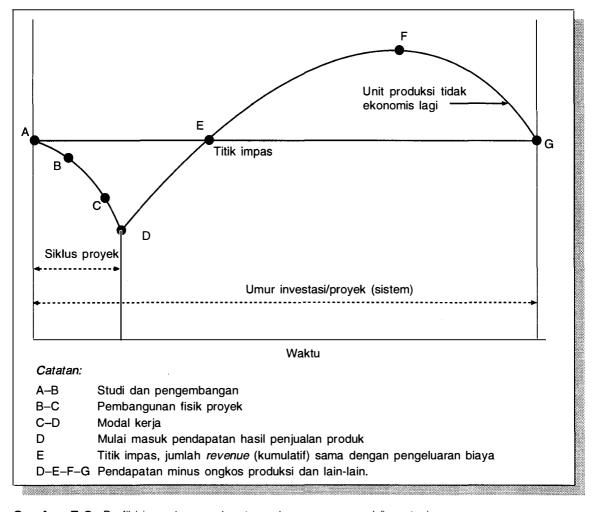
Atau proses produksi yang dipakai telah ketinggalan teknologi sehingga mengakibatkan ongkos produksi tidak dapat bersaing. Selain itu disebabkan faktor permintaan pasar produk yang dihasilkan terlalu lemah. Ini semua penyebab diambilnya keputusan bahwa unit usaha investasi tidak ekonomis untuk dioperasikan lebih lanjut.

Biaya Pertama

Biaya pembangunan fisik serta pengeluaran lainnya yang berkaitan sering disebut sebagai biaya pertama (first cost), yang meliputi modal tetap untuk membangun proyek dan modal kerja.

a. Modal Tetap untuk Membangun Proyek

- Pengeluaran untuk studi kelayakan, penelitian, dan pengembangan.
- Pengeluaran untuk membiayai desainengineering dan pembelian.



Gambar 7-2 Profil biaya dan pendapatan selama umur proyek/investasi.

 Pembiayaan untuk membangun instalasi atau fasilitas produksi.

b. Modal Kerja

Modal kerja adalah pengeluaran untuk membiayai keperluan operasi dan produksi pada waktu pertama kali dijalankan.

Pada Bab 21 Jilid 2 secara rinci akan dibahas mengenai penyusunan perkiraan biaya tersebut. Tabel 7-1 adalah ringkasan dari komponen biaya suatu proyek E-MK yang lengkap.

Biaya Operasi atau Produksi

Biaya operasi, produksi atau manufaktur, dan pemeliharaan adalah pengeluaran yang diperlukan agar kegiatan operasi dan produksi berjalan lancar sehingga dapat menghasilkan produk sesuai dengan rencana. Biaya ini terdiri beberapa komponen seperti diperlihatkan Tabel 7-2 pada halaman 116.

- Bahan Mentah Pengeluaran biaya untuk pengadaan bahan mentah merupakan porsi yang cukup besar dari ongkos produksi. Ini meliputi biaya pembelian bahan mentah, transportasi, dan asuransi. Jumlahnya bergantung pada kuantitas dan harga satuan yang bersangkutan.
- Tenaga Kerja Pengeluaran biaya untuk tenaga kerja operasi dan produksi terdiri dari gaji dan tunjangan bagi mereka yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam proses produksi. Misalnya, gaji dan tunjangan bulanan, sewa rumah, dana kesehatan, uang

Tabel 7-1 Komponen biaya pertama.

Aktiva Tetap

- Pembelian/pembebasan tanah
- Menyiapkan lahan
 - menyingkirkan material tak berguna
 - menimbun, memotong, dan memadatkan
 - membuat jalan, pagar, dan saluran
- Bangunan sipil
 - bangunan perkantoran, bengkel, laboratorium, dan gudang
 - bangunan pengendalian operasi produksi
 - perumahan dan fasilitas lain-lain untuk karyawan
- · Membeli dan memasang material serta peralatan untuk proses produksi
 - menyiapkan pondasi
 - meletakkan di atas pondasi dan memasang pipa/sistem penghubung
 - kelengkapan instrumen
- Biaya untuk engineering, supervisi serta manajemen
- Pengeluaran biaya aktiva tetap yang lain
 - peralatan kantor
 - peralatan bengkel
 - alat-alat laboratorium
- Biaya prakonstruksi (studi kelayakan)
- Asuransi, dan lain-lain
- · Kontinjensi dan eskalasi.

Modal Kerja/Aktiva Lancar

- · Pembelian bahan mentah untuk start-up
- · Gaji karyawan pada awal operasi
- · Suku cadang tahun pertama.

kerja lembur, bonus, dan lain-lain. Besarnya gaji dan tunjangan umumnya didasarkan pada peraturan yang berlaku dan standar lokal.

- *Utility dan Penunjang* Ini adalah pengeluaran untuk mendukung operasi dan produksi seperti bahan bakar, air pendingin, uap air, udara tekan, dan lain-lain.
- Administrasi, Manajemen, dan Overhead Untuk melaksanakan operasi dan produksi, pengeluaran-pengeluaran penting yang sifatnya tidak langsung adalah administrasi, manajemen dan overhead, pajak atas aset, royalti, promosi, dan lain-lain.

Pendapatan/Revenue

Pendapatan adalah jumlah pembayaran yang diterima perusahaan dari penjualan barang atau jasa. Pendapatan dihitung dengan mengalikan kuantitas barang terjual dengan harga satuannya. Rumusnya adalah:

$$P = D \times h$$

di mana,

P = Pendapatan

D = Jumlah (quantity) terjual

h = Harga satuan per unit

Tabel 7-2 Komponen biaya operasi dan produksi.

Bahan Mentah dan Bahan Kimia

- Bahan mentah
- Bahan kimia dan katalis

Tenaga Kerja dan Penyelia

- Upah tenaga kerja
- Gaji dan lembur pegawai serta penyelia
- Tunjangan, jaminan, dan bonus

Utiliti dan Penunjang

- Tenaga listrik
- Bahan bakar dan minyak pelumas
- Uap air, air pendingin, air minum, dan udara tekan
- Bahan-bahan pencegah kebakaran

Administrasi dan Manajemen

- Gaji dan tunjangan tenaga administrasi
- Kompensasi manajemen
- · Fee tenaga ahli (konsultan)
- Biaya komunikasi, komputer, dan alat-alat kantor

Overhead dan Lain-lain

- Overhead
- Pajak
- Asuransi
- Suku cadang
- Kontinjensi
- Pengemasan
- · Lain-lain pengeluaran untuk produksi

Pada awal operasi, umumnya sarana produksi tidak dipacu untuk berproduksi penuh, tetapi naik perlahan-lahan sampai segala sesuatunya siap untuk mencapai kapasitas penuh. Oleh karena itu, perencanaan jumlah pendapatan pun harus disesuaikan dengan pola ini.

A. Analisis Laba dan Titik Impas

Analisis laba atau profitability analysis dimaksudkan mengetahui besarnya perubahan laba bila faktor-faktor seperti biaya produksi, volume, dan harga penjualan berubah. Oleh karena laba merupakan unsur aliran kas yang akan dipakai sebagai model analisis aspek finansial kelayakan proyek (investasi), maka perlu dianalisis hubungan serta pengaruh faktor-faktor tersebut di atas satu dengan lainnya. Untuk analisis laba dan titik impas, biaya operasi produksi dikelompokkan menjadi biaya tetap dan biaya tidak tetap.

• Biaya Tetap Total biaya jenis ini besarnya tetap, dalam arti tidak bergantung pada volume produksi. Misalnya, biaya untuk kompensasi manajemen atau membayar pajak gedung dan bangunan (PBB). Jadi, meskipun jumlah produk yang dihasilkan mengalami

peningkatan atau penurunan, pengeluaran untuk butir-butir ini jumlahnya tetap. Bila dibuat grafik akan terlihat seperti pada Gambar 7-3a.

• Biaya Tidak Tetap (Variabel) Berbeda dengan biaya tetap, biaya variabel mempunyai hubungan erat dengan tingkat produksi. Misalnya, hubungan tersebut mengikuti pola garis linier seperti terlihat pada Gambar 7-3b.

Jadi, bila produksi naik maka biaya tidak tetap juga naik. Ditulis dengan rumus:

$$TVC = VC \times Q$$

di mana,

TVC = Total biaya variabel

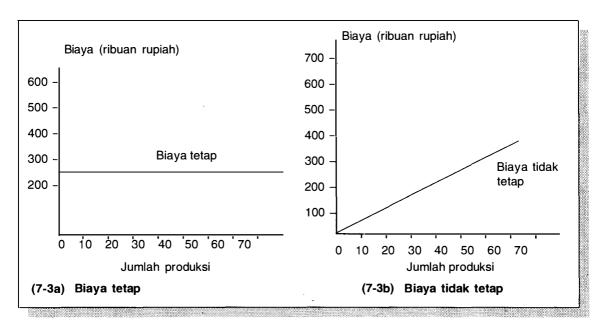
VC = Biaya tidak tetap per unit

Q = Jumlah produksi

Total biaya produksi adalah jumlah biaya tetap dan tidak tetap.

Titik Impas

Titik impas (break-even point) adalah titik di mana total biaya produksi sama dengan Aspek Finansial 115



Gambar 7-3 Biaya produksi dikelompokkan menjadi biaya tetap dan biaya tidak tetap.

pendapatan. Titik impas menunjukkan bahwa tingkat produksi telah menghasilkan pendapatan yang sama besarnya dengan biaya produksi yang dikeluarkan. Pada Gambar 7-4 titik tersebut ditunjukkan oleh huruf I.

Sumbu vertikal menunjukkan jumlah biaya (produksi atau pendapatan) yang dinyatakan dalam rupiah, sedangkan sumbu horisontal menunjukkan volume produksi (jumlah *output*) yang dinyatakan dalam satuan unit. Garis *a*, *b*, dan *c*, berturut-turut adalah biaya tetap, biaya tidak tetap, dan biaya total. Biaya total adalah jumlah dari *a* dan *b*, sedangkan *d* adalah jumlah pendapatan dari penjualan produksi. Di atas titik *I*, di antara garis *d* dan *c*, merupakan daerah laba.

Rumus Perhitungan

Dengan asumsi bahwa harga penjualan per unit produksi adalah konstan maka jumlah unit pada titik impas dihitung sebagai berikut:

Pendapatan = Biaya produksi

= Biaya tetap + Biaya tidak tetap

 $= FC + Qi \times VC$

Jadi,

$$Qi \times P = FC + Qi \times VC$$

$$Qi = \frac{FC}{P - VC}$$

di mana,

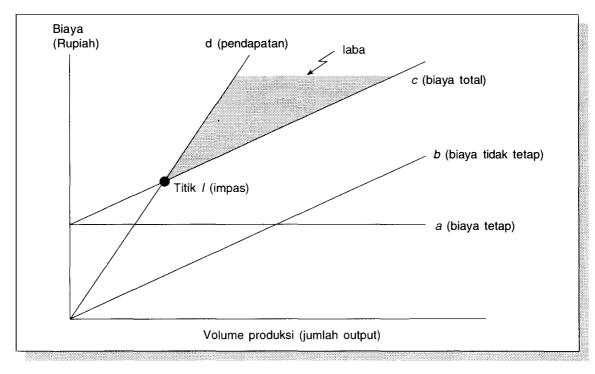
Qi = Jumlah unit (volume) yang dihasilkan dan terjual pada titik impas

FC = Biaya tetap

P = Harga penjualan per unit

VC = Biaya tidak tetap per unit

Selain dapat mengungkapkan hubungan antara volume produksi, harga satuan dan laba, analisis titik impas bagi manajemen akan memberikan informasi mengenai hubungan antara biaya tetap dan biaya variabel. Berdasarkan grafik dan rumus di atas terlihat bahwa perusahaan dengan biaya tetap yang tinggi harus memproduksi dan menjual lebih banyak produk untuk sampai pada titik impas dibanding perusahaan dengan biaya tetap lebih rendah. Hal ini yang perlu diperhatikan pada waktu mengadakan pemilihan peralatan dan mengikuti perkembangan proses teknologi.



Gambar 7-4 Hubungan volume produksi, total biaya, dan titik impas.

Contoh Soal

Perusahaan PT Riko bergerak dalam bidang industri mainan anak-anak. Omset penjualan sejumlah 10.000 unit per tahun dengan harga per unit Rp24.000. Adapun biaya tetap per tahun dan biaya tidak tetap per unit seperti terlihat di bawah ini.

Biaya Tetap	(juta Rp)
Gaji pegawai dan buruh	80,0
Perawatan pabrik	20,0
Administrasi	10,0
Pajak bumi dan bangunan	5,0
Bunga bank	15,0
Lain-lain	10,0
	1 40,0

Biaya Tidak Tetap

Bahan mentah	100,0
Bahan bakar dan tenaga listrik	25,0
Biaya transportasi dan distribusi	30,0
Lain-lain	15,0
	170,0

Hitung jumlah pendapatan dan volume produksi pada titik impas.

Jawaban

Jumlah unit (volume) pada titik impas

$$Qi = \frac{FC}{(P - VC)}$$

$$= \frac{140 \text{ juta}}{(24.000 - 17.000)}$$

$$= 20.000$$

Pendapatan pada titik impas:

$$(20.000)(Rp24.000) = Rp480$$
 juta.

Aspek Finansial

B. Laporan Rugi-Laba, Lembaran Neraca, dan Aliran Kas

Telah disebutkan sebelumnya bahwa dalam rangka mengkaji aspek finansial kelayakan proyek investasi, telah dipilih aliran kas sebagai model. Sebelum menganalisis aliran kas lebih lanjut, lihatlah kembali dasar-dasar "bahasa" finansial, yaitu akuntansi, karena dengan menggunakan bahasa tersebut konsepkonsep finansial akan mudah dipahami. Dalam hubungan ini dikenal tiga laporan keuangan, yaitu, laporan rugi-laba, neraca, dan aliran kas. Ketiga laporan tersebut dibuat berdasarkan prinsip akuntansi yang telah dibakukan, di antaranya yang terpenting adalah:

- Prinsip Nilai Perolehan (Historical Cost Principle) Di sini yang digunakan sebagai dasar perhitungan nilai buku (book value) adalah harga perolehan (historical cost). Ini menimbulkan kemungkinan adanya perbedaan dengan harga pasar.
- Prinsip Akrual Pendapatan dan pengeluaran dicatat bilamana telah terjadi komitmen dan bukan didasarkan atas terlaksananya pembayaran tunai (cash). Misalnya, telah terjadi kontrak jual beli secara kredit sebesar Rp100 juta pada bulan Agustus 1992, tetapi pembayaran tunai baru dilaksanakan Februari 1993 maka pada pembukuan akuntansi akan dicatat sebagai pendapatan pada Agustus 1992, sedangkan pada Februari 1992 hal tersebut tidak dicatat lagi.
- Depresiasi terhadap Aktiva Tetap Dalam perhitungan akuntansi, depresiasi dimaksudkan untuk mengalokasikan harga atau biaya pengadaan aktiva tetap sepanjang umur ekonomisnya. Meskipun pada kenyataannya tidak terjadi pergerakan atau keluar masuknya dana atau arus kas.

Laporan Rugi-Laba (*Income Statement*)

Laporan rugi-laba merupakan cara untuk melihat profitabilitas suatu usaha. Untuk maksud tersebut laporan harus disajikan dengan sistematika sedemikian rupa sehingga urutan jalannya perhitungan dari awal sampai hasil akhir mudah diikuti. Tabel 7-3 adalah contoh sederhana dari laporan rugi-laba, dimulai dengan pendapatan dari penjualan (Rp2.500.000), kemudian dikurangi dengan biaya produksi (Rp1.500.000), sampai pada pendapatan kotor (Rp1.000.000).

Biaya produksi adalah semua biaya untuk memroses atau mengolah barang atau jasa, seperti upah tenaga kerja dan bahan mentah. Biaya-biaya administrasi, penjualan, dan depresiasi dijumlahkan. Bila dikurangi dari pendapatan kotor akan diperoleh angka pendapatan sebelum pajak (earning before interest and tax-EBIT). Selanjutnya, dihitung pengeluaran untuk membayar bunga utang dan pajak sehingga akan didapat laba bersih, yang setelah dikurangi untuk dividen tinggal laba ditahan.

Berdasarkan laporan tersebut dapat dilihat berapa besar keuntungan atau kerugian yang dialami oleh perusahaan pada kurun waktu tertentu, per tahun, per kuartal, atau kurun waktu yang lain. Untuk perusahaan engineering konstruksi laporan rugi-laba dapat terdiri atas butir-butir seperti terlihat pada Tabel 7-4.

Lembaran Neraca

Laporan keuangan yang berbentuk lembaran neraca menunjukkan posisi keuangan sebuah perusahaan pada waktu tertentu, dijabarkan sebagai berapa besar aset dan kewajiban pada awal sampai akhir tahun tutup buku. Rumus dasar lembaran neraca adalah sebagai berikut:

Aktiva = Pasiva + Ekuitas

- Aktiva Lancar Aset jenis ini adalah uang tunai (cash) atau aset lain yang mempunyai sifat mudah dikonversikan menjadi uang tunai, seperti uang dalam rekening bank (bank account), piutang (account receivable), yang dapat diuangkan dalam waktu dekat, atau pinjaman (loan), dan persediaan (inventori).
- Aktiva Tetap Aktiva tetap dapat terdiri dari tanah, bahan bangunan, peralatan pabrik, alat-alat konstruksi, dan lain-lain, yang tidak mudah diuangkan dalam waktu singkat.

Tabel 7-3 Laporan rugi-laba (income statement) sebuah perusahaan manufaktur.

	(x Rp 1.000)
a. Pendapatan penjualan	2. 500
b. Biaya produksi	(1. 500)
c. Pendapatan kotor	1. 000
d. Biaya administrasi dan lain-lain	(100)
e. Penyusutan	(150)
f. Pendapatan sebelum bunga dan pajak (EBIT)	750
g. Bunga utang	(50)
h. Pendapatan sebelum pajak (EBT)	700
i. Pajak	(280)
j. Pendapatan bersih (laba setelah pajak)	420
k. Dividen	(20)
I. Laba ditahan (retained earning)	400

Tabel 7-4 Contoh laporan rugi-laba untuk perusahaan engineering konstruksi.

(x Rp 1.0	000)
a. Pendapatan dari kontrak EPKb. Biaya Kontrak EPK	. 600.000
Desain-engineering	0)
Pengadaan peralatan dan material	0)
Subkontrak(150.000)	0)
• Supervisi	<u>)</u>
	(390.000)
c. Pendapatan kotor	210.000
d. Biaya administrasi	(20.000)
e. Biaya lelang	(5.000)
f. Pengadaan alat-alat konstruksi	(45.000)
g. Penyusutan untuk alat-alat konstruksi	• (5.000)
h. Pendapatan sebelum bunga dan pajak (EBIT)	135.000
i. Membayar bunga utang	(5.000)
j. Pendapatan sebelum pajak	130.000
k. Pajak	(60.000)
I. Pendapatan bersih setelah pajak	70.000
m. Dividen	(20.000)
n. Laba ditahan	50.000

Tabel 7-5 Contoh lembaran neraca sebuah perusahaan.

NERACA per 31 Desember 1991 (dalam ribuan rupiah)						
AKTIVA						
1. Aktiva Lancar a. Kas b. Piutang c. Persediaan Total aktiva lancar.	50.000 25.000 75.000	150.000				
2. Aktiva Tetap d. Peralatan pabrik e. Aktiva tetap lain f. Penyusutan (kumulatif) Total aktiva tetap Total aktiva	2.000.000 100.000 (500.000)	1.600.000 1.750.000				
PASIVA g. Utang dagang h. Utang bank i. Penangguhan pembayaran yang lain (account payable) Total pasiva	200.000 300.000 100.000	600.000				
j. Saham	700.000 450.000	1.150.000				

• Pasiva atau Liabilities Pasiva dapat terdiri atas kredit usaha, kredit bank (account payable), dan lain-lain. Pasiva atau liabilities terdiri dari jangka pendek dan jangka panjang.

Adapun penempatan pos-pos dalam lembaran neraca, secara garis besar adalah seperti terlihat pada Tabel 7-5.

Aktiva Lancar	Pasiva
(Current Assets)	(Liabilities)
Aktiva Tetap (Fixed Assets)	Ekuitas

Aliran Kas

Telah disebutkan sebelumnya, bahwa dua macam laporan, yaitu laporan rugi-laba dan daftar neraca amat berguna untuk melihat keadaan finansial-ekonomi sebuah perusahaan. Sementara itu, para ahli akuntansi menetapkan laporan aliran kas sebagai laporan finansial yang ketiga di samping dua macam laporan tersebut (*Financial Accounting Standard Board*- FASB '95). Laporan aliran kas memberikan gambaran mengenai jumlah dana yang tersedia setiap saat yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan operasional perusahaan, termasuk investasi, juga memuat jumlah pemasukan dan pengeluaran yang disusun

dengan menelusuri dan mengkaji laporan rugi-laba (income statement) dan lembaran neraca (balance sheet).

Menyusun Aliran Kas dari Lembaran Neraca dan Rugi-Laba

Untuk mempermudah menyusun aliran kas, sistematika aliran kas suatu perusahaan dikelompokkan sebagai berikut:

- a. Aliran kas kegiatan operasi.
- b. Aliran kas kegiatan investasi.
- c. Aliran kas pendanaan (financing).

Sistematika di atas oleh S. B. Block dan G. A. Hirt (1990) digambarkan pada Gambar 7-5.

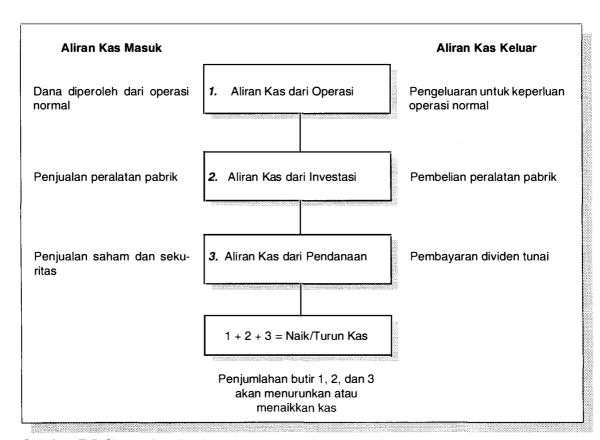
Prosedur menyusun aliran kas mengikuti urutan berikut:

- Hitung pemasukan bersih.
- Depresiasi bukanlah aliran kas masuk, oleh karena itu perlu ditambahkan kembali.

- Kenaikan angka pada aktiva lancar merupakan tanda adanya penggunaan dana sehingga mengurangi kas, demikian pula bila terjadi hal yang sebaliknya.
- Kenaikan angka pada kewajiban (pasiva) adalah penambahan sumber dana, sehingga meningkatkan kas. Misalnya, perusahaan mendapat pinjaman dari kreditor. Demikian pula bila terjadi hal yang sebaliknya.

C. Aliran Kas Proyek (Investasi)

Sebelumnya telah diberikan contoh sederhana menyusun suatu aliran kas dari perusahaan yang melakukan operasi rutin. Sekarang bagaimanakah aliran kas bila perusahaan tersebut bermaksud menanam investasi baru dengan mengeluarkan anggaran modal yang cukup besar, di samping kegiatan rutin yang selama ini dikerjakan? Aliran kas untuk maksud tersebut mengikuti pedoman-pedoman berikut:



Gambar 7-5 Sistematika aliran kas.

Tabel 7-6 Contoh menyusun aliran kas.

	(x Rp 1.000)
Aliran Kas Investasi Kenaikan investasi (misalnya, untuk pabrik dan peralatan)	(75.000)
	(75.000)
2. Aliran Kas dari Operasi	
Pemasukan bersih (pendapatan setelah pajak)	250.000
Tambahkan kembali depresiasi	10.000
Peningkatan aktiva lancar (misalnya, persediaan)	(40.000)
Peningkatan pasiva (misalnya, utang bank)	100.000
	320.000
3. Aliran Kas dari Pendanaan	
Membayar dividen saham "preferen"	(50.000)
Membayar saham biasa	(90.000)
	(140.000)
Aliran Kas Bersih (1 + 2 + 3)	105.000

- a. Prinsip Aliran Kas Ini berarti biaya dan manfaat finansial hendaknya dinyatakan dengan aliran kas. Manfaat adalah aliran kas masuk, sedangkan biaya adalah aliran kas keluar.
- b. Aliran Kas Inkremental Dalam menganalisis proyek (investasi), aliran kas yang diperhatikan hanyalah arus dana masuk dan keluar yang ada kaitannya (relevan) dengan proyek yang bersangkutan, yaitu yang bersifat inkremental. Aliran kas tersebut tidak akan ada bila tidak ada proyek.

Jadi, misalnya suatu perusahaan yang telah berjalan ingin mengadakan proyek baru maka perlu dikaji dengan teliti penggunaan sumber daya tambahan (incremental), manfaat yang akan diperoleh maupun akibat dari penggunaan sumber daya tersebut terhadap perusahaan secara keseluruhan. Untuk memudahkan pengertian, aliran kas inkremental adalah aliran kas yang tidak akan terwujud bila proyek tidak ada.

- c. Aliran Kas Diperhitungkan Setelah Dikenakan Pajak Karena keuntungan yang akan diperoleh dengan adanya investasi diperhitungkan setelah kewajiban membayar pajak dipenuhi maka analisis aliran kas usulan investasi juga harus dianalisis sesudah pajak.
- d. Memperhatikan Incidental Effect Adanya proyek yang baru mungkin berpengaruh terhadap laba perusahaan, misalnya karena akan menghasilkan produk yang sifatnya saling melengkapi. Namun, keadaan sebaliknya dapat pula terjadi.

Contoh soal incidental effect di halaman 126, menunjukkan adanya proyek baru yang mengurangi pendapatan produk lama dan bagaimana menjabarkannya dalam susunan aliran kas proyek atau investasi.

e. Tidak Perlu Memperhatikan Sunk Cost Prinsip ini menjelaskan bahwa yang perlu diperhitungkan dalam analisis aliran kas adalah biaya-biaya yang ada hubungannya dengan proyek yang dikeluarkan setelah ada keputusan proyek dijalankan. Biaya-biaya sebelumnya yang tergolong sebagai *sunk cost* tidak perlu diperhatikan.

f. Memasukkan Unsur Opportunity Cost Opportunity cost adalah memperhitungkan kemungkinan penggunaan alternatif terbaik lain, atau kemungkinan memperoleh tingkat keuntungan yang diterima dari penggunaan alternatif terbaik yang lain dari suatu aset. Misalnya, bila sebuah pabrik memiliki kapasitas yang belum terpakai, kemudian kapasitas ini akan dipakai untuk proyek membuat produk baru maka perhitungan terhadap besarnya manfaat yang hendak diperoleh dari produk baru tersebut harus dibebani oleh manfaat yang mungkin dapat diperoleh dari alternatif terbaik lain yang juga menggunakan fasilitas yang belum terpakai tersebut.

g. Bunga Utang Untuk mengevaluasi kelayakan proyek, dipisahkan antara keputusan investasi dengan keputusan pendanaan. Oleh karena itu, pembayaran bunga dan halhal lain yang berhubungan dengan pendanaan (financing) tidak dimasukkan dalam aliran kas. Pada waktu melakukan seleksi dengan metode NPV atau IRR, digunakan arus diskonto dengan tingkat pengembalian sebesar hurdle rate. Ini berarti secara implisit biaya modal usulan proyek (investasi) telah diperhitungkan.

Komponen Aliran Kas Proyek

Untuk mempermudah analisis, aliran kas proyek dikelompokkan menjadi tiga, yaitu aliran kas awal, aliran kas periode operasiproduksi, dan aliran kas terminal.

1. Aliran Kas Awal

Aliran kas awal adalah pengeluaran untuk merealisasi gagasan sampai menjadi kenyataan fisik, misalnya aliran kas langsung pengeluaran biaya membangun unit instalasi (produksi) baru sampai siap beroperasi, yang terdiri dari biaya prakonstruksi, pembelian material dan peralatan, konstruksi, start-up, dan kapital kerja. Untuk proyek-proyek berukuran besar aliran kas awal dapat berlangsung selama 2-3 tahun.

2. Aliran Kas Periode Operasi

Pada periode ini jumlah pendapatan dari hasil penjualan produk telah melampaui pengeluaran biaya operasi dan produksi. Tingkat biaya operasi umumnya tidak tetap, bergantung pada jumlah produksi yang ditargetkan. Hubungan antara penggunaan kapasitas produksi biaya produksi dan pendapatan telah dibahas sebelumnya. Dalam aliran kas operasi diperhitungkan aliran yang masuk dari penjualan produk, sedangkan aliran keluar terdiri dari biaya produksi, pemeliharaan dan pajak. Agar diperhatikan bahwa depresiasi dikurangkan dari angka pendapatan sebelum pajak, untuk mengurangi jumlah pendapatan kena pajak (tax deductible). Namun, depresiasi ini ditambahkan kembali untuk menghitung jumlah total aliran kas periode operasi. Ditulis dengan rumus menjadi:

$$CFAT = (R - C - D)(1 - Tax) + D$$

di mana,

CFAT = Aliran kas setelah pajak

R = Revenue pendapatan kotor

C = Biaya barang terjual (cost of good

sold)

D = Depresiasi

Tax = Pajak

Perlu diingat bahwa parameter-parameter di atas adalah inkremental, yaitu diperhitungkan karena adanya proyek.

3. Aliran Kas Terminal

Aliran kas terminal terdiri atas nilai sisa (salvage value) dari aset dan pengembalian (recovery) modal kerja. Bila terjadi penjualan barang sisa, harus pula diperhitungkan pajak penjualannya.

Diagram aliran kas terdapat pada Gambar 7-6. Terlihat bahwa aliran kas awal dimulai dari sebelah kiri tahun 0. Aliran kas awal umumnya negatif, sedangkan kegiatan operasi dan produksi dimulai pada tahun 0. Pengeluaran tahunan untuk biaya produksi dan lain-lain keperluan diperhitungkan dari tahun yang bersangkutan. Nilai sisa (bila masih ada) diperhitungkan sebagai aliran kas masuk pada akhir investasi.

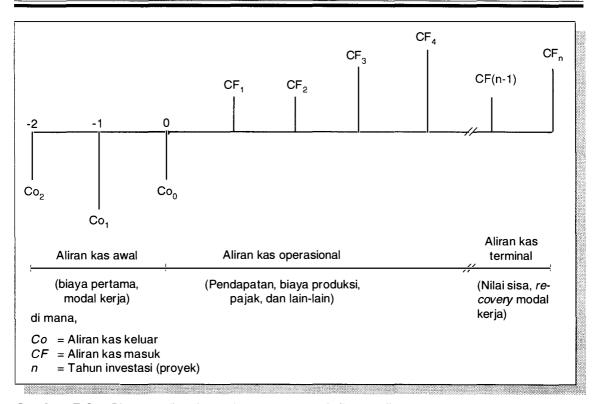
Contoh Soal

Dengan adanya fasilitas tambahan yang baru selesai dibangun oleh proyek maka revenue perusahaan naik dari Rp60 juta menjadi Rp75 juta. Sehubungan dengan itu, penggunaan teknologi baru mengurangi biaya operasi dari Rp30 juta menjadi Rp25 juta per tahun. Misalnya, depresiasi juga berubah dari Rp6 juta menjadi Rp3,5 juta per tahun. Pajak yang dikenakan sebesar 20% maka aliran

kas inkremental adalah sebagai berikut:

inkr.
$$CFAT = (inkr.R - inkr.B - inkr.D)$$

 $(1 - T) + inkr.D$
 $= [(75 - 60) - (30 - 25) - (6 - 3.5)](1 - 0.20) + (6 - 3.5)$
 $= [15 - 5 - 2.5](0.8) + 2.5$
 $= Rp8.5 \text{ juta}$



Gambar 7-6 Diagram aliran kas selama umur proyek (investasi).

Ringkasan Perhitungan Aliran Kas Proyek Penambahan Aset Baru

Langkah-langkah membuat aliran kas proyek (investasi) penambahan aset baru tertera pada Tabel 7-7.

Sekali lagi perlu ditekankan bahwa butirbutir di atas adalah "incremental" yang berarti penambahan atau pengurangan aliran kas karena adanya proyek baru. Jadi, misalnya pengeluaran untuk overhead, yang dihitung hanya tambahan atau pengurangan biaya overhead yang timbul karena adanya penambahan

aset baru. Kalau proyek tersebut tidak jadi dilaksanakan maka tidak ada butir-butir *incremental* tersebut. Contoh soal mengenai perhitungan aliran kas diberikan bagian atas halaman ini.

D. Depresiasi dan Pajak

Seperti telah disebutkan sebelumnya bahwa analisis biaya investasi didasarkan atas arus kas. Salah satu faktor yang perlu diperhatikan dalam membuat arus kas adalah depresiasi dan pajak. Sesungguhnya depresiasi bukanlah

Tabel 7-7 Ikhtisar penyusunan aliran kas penambahan aset baru.

1. ALIRAN KAS AWAL

- a. Pembelian aset baru (peralatan, material, dan lain-lain)
- b. Pengeluaran yang dikapitalisasikan (pengapalan, konstruksi, dan lain-lain)
- c. Modal kerja
- d. Total aliran kas awal (a + b + c)

2. ALIRAN KAS OPERASI

- e. Pendapatan
- f. Pengeluaran untuk operasi
- g. Overhead
- h. Depresiasi
- i. Pemasukan sebelum pajak (e f g h)
- j. Pajak pendapatan
- k. Pemasukan setelah pajak (i j)
- I. Depresiasi
- m. Total aliran kas operasi (k + l)

3. ALIRAN KAS TERMINAL

- n. Nilai sisa aset baru
- o. Pajak penjualan aset baru (bila ada)
- p. Recovery modal kerja
- q. Total aliran kas terminal (n o + p)
- 4. ALIRAN KAS BERSIH = (m) (d) + (q)

1. INITIAL CASH FLOW

- a. Purchase cost of new asset (equipment, material, etc)
- Capitalized expenditure (shipping, construction cost, etc)
- c. Working capital
- d. Total initial casf flow (a + b + c)

2. OPERATIONAL CASH FLOW

- e. Revenue
- f. Operation expenses
- q. Overhead
- h. Depreciation
- i. Earning before tax (e f g h)
- j. Income tax
- k. Earning after tax (i j)
- I. Depreciation
- m. Total operational cash flow (k + I)

3. TERMINAL CASH FLOW

- n. Salvage value of new asset
- o. Tax due to sale or disposal (if any)
- p. Working capital recovery
- q. Total terminal cash flow (n 0 + p)
- 4. NET CASH FLOW = (m) (d) + (q)

suatu pengeluaran kas, tetapi suatu metode perhitungan akuntansi yang bermaksud membebankan biaya perolehan aktiva tetap atau aset dengan menyebar selama periode tertentu, di mana aset tersebut masih berfungsi. Karena menurut peraturan, depresiasi dianggap sebagai pengeluaran yang dapat dipotong dari bagian yang akan dikenakan pajak (taxdeductible expense) maka tentu saja ada suatu rangsangan untuk mendepresiasikan aset dalam periode sesingkat mungkin dalam batasbatas yang diijinkan oleh peraturan yang ada. Dengan demikian, akan mengurangi jumlah pajak yang harus dibayar pada tahun-tahun awal operasi dan produksi, sehingga dapat meningkatkan aliran kas masuk dan mempercepat pengembalian (recovery) biaya perolehan

aset. Selanjutnya, depresiasi juga akan mengurangi risiko yang mungkin timbul.

Jenis Depresiasi

Dikenal beberapa metode depresiasi, yaitu:

- a. Depresiasi yang merata sepanjang periode asset masih berfungsi. Metode ini disebut depresiasi garis lurus (straight line depreciation-SL).
- b. Depresiasi yang tidak merata, dalam arti jumlahnya lebih besar di tahun-tahun awal. Metode ini terdiri dari:
 - Sum of the year digit-SY.
 - Double declining balance-DDB.
 - Accelerated cost recovery system-ACRS.

Contoh Soal

Perusahaan PT Tonari yang bergerak dalam bidang industri tekstil ingin memperluas unit pemintalannya sampai 2 kali lipat kapasitas terpasang. Pengeluaran untuk pembelian mesin-mesin baru sebesar Rp860 juta. Ongkos transportasi dan pemasangan Rp40 juta. Unit baru ini direncanakan mampu beroperasi selama 6 tahun. Untuk mengoperasikan unit baru tersebut diperlukan modal kerja Rp60 juta.

Pada akhir masa operasi mesin ditaksir masih memiliki nilai sisa Rp72 juta. Dengan adanya perluasan ini perusahaan mengharapkan pemasukan kotor selama 6 tahun berturut-turut sebesar Rp240 juta, Rp240 juta, Rp280 juta, Rp240, dan Rp220 juta. Sedangkan besar pajak 25% dan biaya operasi rata-rata sebesar Rp50 juta per tahun. Buatlah aliran kas proyek (investasi) perluasan kapasitas tersebut di atas, bila dipakai metode depresiasi straight line.

Jawaban

Tahun							
	0	1	2	3	4	5	6
A. Aliran kas awal: ◆ Harga aset baru ◆ Pengeluaran yang dikapitalisasi ◆ Modal kerja	-860 -40 -60						
Subtotal	-960						
B. Aliran kas operasional:		240 -50 -150	240 -50 -150	280 –50 –150	280 -50 -150	240 -50 -150	220 –50 –150
 ◆ Pendapatan sebelum pajak ◆ Pajak 25% 		40 –10	40 –10	80 –20	80 –20	40 –10	20 -5
Pendapatan setelah pajakDepresiasi		30 160	30 160	60 160	60 160	30 160	15 160
Subtotal		190	190	220	220	190	175
C. Aliran kas terminal: Nilai sisa Pajak terhadap nilai sisa 25% Recovery modal kerja Subtotal							72 18 60
Aliran kas bersih (dalam jutaan Rp)	-960	190	190	220	220	190	289

Dengan demikian, PT Tonari dengan modal Rp960 juta akan memperoleh aliran kas masuk selama 6 tahun berturut-turut sebesar Rp190 juta, Rp190 juta, Rp220 juta, Rp220 juta, Rp190, dan Rp289 juta. Aliran kas *inkremental* seperti di atas ini sebagai

akibat adanya proyek yang menjadi *model* untuk dianalisis dengan berbagai macam kriteria yang menentukan diterima atau ditolaknya suatu usulan proyek (investasi).

Contoh Soal

(Incidental effect)

Suatu perusahaan komoditi mainan anak-anak ingin memperluas usahanya dengan memperkenalkan produk baru di samping produk lama yang telah berjalan. Investasi untuk membangun fasilitas produk baru adalah Rp400 juta, dan modal kerja sebesar Rp100 juta. Setelah dikurangi biaya operasi dan produksi serta biaya lainnya, perkiraan pendapatan bersih per tahun adalah Rp120 juta. Fasilitas baru diperkirakan bisa beroperasi selama

5 tahun dengan nilai sisa Rp32 juta. Dengan diperkenalkannya produk baru tersebut kemungkinan besar akan mengurangi jumlah penjualan produk lama sebesar 20% atau Rp20 juta per tahun. Buatlah aliran kas investasi di bawah ini.

Jawaban

Investasi baru dengan incidental effect terlihat pada tabel di bawah ini

		Tahun				
	0	1	2	3	4	5
A. Aliran Kas Awal:						
Biaya pertamaModal kerja	(400) (100)					
Subtotal	(500)					
3. Aliran Kas Operasional:						
Pendapatan produksi baruPendapatan produk lama berkurangDepresiasi		120 (20) (80)	120 (20) (80)	120 (20) (80)	120 (20) (80)	120 (20) (80)
Pendapatan sebelum pajakPajak 25%Pendapatan setelah pajakDepresiasi		(20) (4) 16 80	(20) (4) 16 80	(20) (4) 16 80	(20) (4) 16 80	(20) (4) 16 80
Subtotal		96	96	96	96	96
C. Aliran kas terminal						
Nilai sisaPajak atas nilai sisa 25%Recovery modal kerja						32 (8) 100
Subtotal						124
D. Aliran Kas Bersih (A + B + C)	(500)	96	96	96	96	220

Metode yang mempercepat arus depresiasi di tahun-tahun awal proyek akan memberikan hasil lebih baik bila kelayakan proyek dianalisis dengan NPV.

Menghitung Depresiasi

Untuk menghitung depresiasi, terlebih dahulu perlu diketahui hal-hal berikut:

- 1. Basis atau biaya pertama;
- 2. Periode recovery;
- 3. Arus depresiasi;
- 4. Nilai sisa.
- Basis atau Biaya Pertama Basis adalah nilai yang sesuai dengan prosedur pajak untuk suatu aset. Umumnya terdiri dari harga perolehan ditambah pengeluaran yang dikapitalisasikan. Pengeluaran yang dikapitalisasikan dapat terdiri dari biaya pengangkutan dan pemasangan sampai siap pakai.
- Periode Recovery Periode recovery atau umur depresiasi adalah masa di mana aset diperkirakan masih dapat beroperasi pada tingkat efisiensi yang diharapkan. Setelah itu aset dihapuskan dari perhitungan akuntansi (writen-off). Mungkin saja aset tersebut setelah written-off masih laku dijual di pasar bebas.
- Kecepatan atau Arus Depresiasi Kecepatan atau arus depresiasi yaitu berapa besar bagian nilai aset yang didepresiasikan atau dikeluarkan dari nilai buku perusahaan per tahun.
- Nilai Sisa atau Salvage Value Nilai sisa adalah harga penjualan asset pada akhir umur depresiasi. Umumnya untuk memudahkan perhitungan, nilai sisa dianggap = 0. Akan tetapi bila kemudian aset pada akhir umur depresiasi masih laku terjual, maka pajak penjualan yang bersangkutan harus diperhitungkan.

Setiap macam depresiasi (SL, SY, DDB, dan ACRS) mempunyai rumus perhitungan tersendiri, tetapi karena dalam pembahasan ini yang ingin ditekankan adalah kegunaan konsep depresiasi untuk menyusun aliran kas proyek maka dipilih cara yang paling sederhana, yaitu, metode SL. Bila dianggap nilai sisa = 0, maka rumus depresiasi SL per tahun adalah:

Depresiasi $SL = \frac{\text{Nilai depresiasi awal}}{\text{Umur depresiasi (tahun)}}$ $= \frac{\text{Biaya perolehan +}}{\text{Biaya yang dikapitalisasi}}$ $= \frac{\text{Umur depresiasi (tahun)}}{\text{Umur depresiasi (tahun)}}$

Misalkan harga perolehan mesin baru Rp100 juta, biaya mengangkut dan memasang Rp20 juta. Diharapkan mesin tersebut dapat beroperasi selama 6 tahun maka nilai depresiasi per tahun sama dengan (Rp100 juta + Rp20 juta): (6) = Rp20 juta.

Depresiasi dan Nilai Sisa

Acapkali pada waktu membuat perkiraan aliran kas dibuat asumsi bahwa aset tersebut pada saat written-off masih memiliki nilai sisa (salvage value). Dalam hal ini aturan dasar yang menentukan nilai dan waktu depresiasi tidak berkurang dengan adanya perkiraan nilai sisa. Hanya saja perlu diperhatikan bila nanti ternyata realisasi harga penjualan aset tersebut lebih tinggi dari nilai buku, maka selisihnya harus dikenakan pajak sesuai besarnya persentase (%) pajak pendapatan perusahaan tersebut. Namun, bila harga penjualannya lebih rendah akan berakibat adanya penghematan pajak.

Proyek Penggantian

Kadang-kadang lingkup proyek terbatas hanya mengganti peralatan atau mesin lama yang merupakan bagian dari unit produksi dengan peralatan atau mesin baru. Penggantian ini dapat disebabkan oleh keinginan untuk mengurangi biaya produksi atau sebab-sebab lain. Dalam hal demikian, yang perlu diperhatikan adalah perhitungan depresiasi dan pajak sebagai akibat penjualan aset lama. Ada 3 kemungkinan, yaitu sebagai berikut:

- a. Harga penjualan aset lama sama dengan perhitungan nilai sisa depresiasi (nilai buku) waktu itu. Dengan demikian, tidak ada laba atau rugi sehingga tidak ada pajak.
- b. Harga penjualan aset lama lebih tinggi dari nilai sisa depresiasi. Dalam hal ini, contoh

menghitung pembayaran pajak adalah sebagai berikut:

Aset lama dahulu dibeli seharga (harga perolehan) = Rp15 juta. Selang beberapa tahun kemudian, pada waktu nilai buku tinggal Rp10 juta, aset tersebut dijual seharga Rp12 juta. Bila pajak pendapatan perusahaan adalah 30%, maka penjualan

- ini dikenakan pajak (Rp12 juta Rp10 juta)(0,3) = Rp0,6 juta.
- c. Harga penjualan asset lama lebih rendah dari perhitungan nilai sisa depresiasi. Jadi, bila aset lama pada contoh di atas hanya laku dijual seharga Rp6 juta, maka perusahaan dapat menghemat pajak (Rp10 juta Rp6 juta)(0,3) = Rp1,2 juta.

Contoh Soal

Setelah beroperasi selama 6 tahun, suatu pabrik pupuk mengganti kompresor lama dengan kompresor baru. Kompresor lama direncanakan dapat beroperasi selama 6 tahun dan tidak memiliki nilai sisa. Harga perolehan kompresor lama Rp240 juta, sedangkan kompresor baru Rp230 juta. Ongkos angkut dan pasang berikut suku cadang kompresor baru adalah Rp70 juta. Kompresor lama ternyata laku dijual seharga Rp16 juta. Dengan penggantian tersebut diharapkan adanya penghematan biaya operasi dan pemeliharaan sebesar rata-rata Rp120 juta setahun selama 5 tahun. Setelah masa tersebut diperkirakan kompresor baru mempunyai nilai sisa Rp40 juta. Bila perusahaan dikenakan pajak sebesar 25%, buatlah aliran kas

proyek penggantian kompresor di atas dengan menggunakan depresiasi SL.

Jawaban

- a. Aliran kas awal:
- Harga kapitalisasi kompresor baru
 - = Rp230 juta + Rp70 juta = Rp300 juta
- · Realisasi penjualan kompresor

lama = Rp16 juta

Pajak atas hasil penjualan

kompresor lama = (25%)

= Rp4 juta

Subtotal = Rp320 juta

						Tahun		
			0	1	2	3	4	5
	operasi dan produk							
Naiknya pei	ndapatan karena p	enghematan		120	120	120	120	120
Depresiasi I	kompresor baru (Sl	_)		(60)	(60)	(60)	(60)	(60)
Depresiasi I	kompresor lama			_		-	_	_
Pendapatan	sebelum pajak			20	20	60	60	60
Pajak 25%				(15)	(15)	(15)	(15)	(15)
Pendapatan	setelah pajak			45	45	45	45	45
Depresiasi				60	60	60	60	60
		Subtotal		105	105	105	105	105
c. Aliran Kas	Terminal:							
Nilai sisa ko	ompresor baru							40
Pajak penju	alan kompresor							
baru (25%	% nilai sisa)							(10)
		Subtotal						30
Aliran kas = A	+ B + C (juta)		(320)	105	105	105	105	135

7-2 Nilai Waktu dari Uang dan Kriteria Seleksi

Telah diutarakan sebelumnya, bahwa sebelum menyetujui usulan suatu proyek (investasi), perlu dikaji kelayakannya dari segala macam aspek. Sebagai bagian dari pengkajian aspek finansial, pada Subbab 7-1 telah dibicarakan penggunaan aliran kas sebagai model. Langkah berikutnya adalah menganalisis aliran kas tersebut dengan memakai metode dan kriteria yang telah dipakai secara luas untuk memilahmilah mana yang dapat diterima dan mana yang ditolak. Kriteria tersebut banyak berhubungan dengan disiplin ilmu engineeringekonomi, di antaranya adalah konsep ekuivalen (equivalent) yaitu, pengaruh waktu terhadap nilai uang. Metode atau teknik menganalisis dan kriteria seleksi atau ranking berbagai macam variasi di atas memerlukan pembahasan yang intensif yang berada di luar lingkup buku ini. Namun demikian, masalah pokok serta latar belakang yang mendasari harus dipahami oleh pengelola proyek. Masalah tersebut akan disajikan di Subbab 7-2 dimulai dengan menyajikan beberapa perhitungan dasar mengenai pengaruh waktu terhadap nilai uang, dilanjutkan dengan kriteria seleksi, termasuk contoh-contoh aplikasinya yang sering dijumpai dalam praktek.

A. Nilai Waktu dari Uang

Pengertian bahwa satu rupiah saat ini akan bernilai lebih tinggi dari waktu yang akan datang, merupakan konsep dasar dalam membuat keputusan investasi. Pada umumnya masalah finansial atau arus kas suatu investasi mencakup periode waktu yang cukup lama, bertahun-tahun, sehingga perlu diperhitungkan pengaruh waktu terhadap nilai uang. Ini dirumuskan sebagai bunga (interest) atau tingkat atau arus pengembalian (rate of return).

Nilai yang Akan Datang Lump-Sum

Hubungan antara nilai uang yang akan datang (future value-F) terhadap nilai sekarang (present value-PV) dituliskan dengan rumus:

$$F = PV + PV \times i$$

= $PV (1 + i)$ (7-1)

di mana,

F = nilai uang yang akan datang

PV = nilai uang saat ini

= bunga (interest), dinyatakan dalam

pecahan desimal

Arti dari rumus di atas adalah jumlah dana yang terkumpul pada akhir kurun waktu tertentu sama dengan nilai sekarang (*PV*) dana pokok ditambah bunganya (*PV*)*i*.

Bunga Sederhana dan Bunga Majemuk

Dikenal dua macam bunga, yaitu bunga sederhana (simple interest) dan bunga berbunga atau bunga majemuk (compound interest). Bunga sederhana adalah bunga yang dihitung secara linier, tidak ditambahkan ke dana pokok untuk menghitung perolehan berikutnya. Sedangkan untuk bunga majemuk, perhitungan besarnya dana pokok berikutnya sama dengan dana pokok periode sebelumnya ditambah jumlah bunga yang diperoleh sampai pada waktu itu. Dengan menggunakan rumus 7-1 maka perhitungan bunga majemuk akan menjadi sebagai berikut:

Tahun pertama: $F_1 = PV + PV \times i = PV(1 + i)$

Tahun kedua : $F_2 = F_1(1+i) = PV(1+i)(1+i)$

 $(PV_1$ menjadi dana pokok tahun kedua)

Tahun ke-n: $Fn = PV(1+i)^n$ (7-2)

Simbol : (F/PV i, n)

2. Grafik Bunga Sederhana dan Majemuk

Grafik yang memperlihatkan 2 macam bunga tampak seperti pada Gambar 7-7. Dengan *i* yang sama, grafik bunga majemuk menunjukkan kenaikan yang tajam (melengkung ke atas), sedangkan bunga linier merupakan garis lurus miring. Rumus 7-2 berbentuk pangkat, ini berarti kenaikan jumlah yang terkumpul akan lebih tajam (cepat) untuk bunga yang lebih tinggi.

Perhitungan di atas didasarkan atas asumsi adanya reinvestasi (reinvestment) yang terus-

menerus dari semua bunga yang dihasilkan selama periode investasi.

Contoh Soal

Uang sejumlah Rp6.000 dimasukkan ke bank tabungan dengan bunga 5% per tahun. Hitung jumlah dana terkumpul setelah 6 tahun untuk bunga sederhana dan bunga majemuk.

Jawaban

a) Bunga Sederhana

Bunga dalam 6 tahun = (6)(0,05)(Rp6.000)
= Rp1.800

Total bunga dan pokok = Rp6.000 + Rp1.800 = Rp7.800

b) Bunga Majemuk

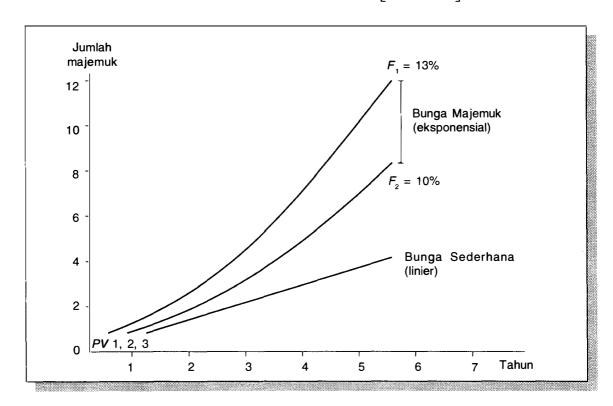
Dari tabel di Apendiks II, untuk n=6 dan i=5% dengan simbol (F/PV, i, n) diperoleh faktor 1,338. Sehingga total pokok dan bunga setelah 6 tahun adalah $F_s={\rm Rp6.000}\times(1,338)={\rm Rp8.028}$.

Nilai yang Akan Datang dari Anuitas

Di atas telah dijabarkan nilai yang akan datang (F) dari suatu jumlah *lump-sum* saat ini (PV). Bentuk lain yang sering terjadi pada evaluasi proyek (investasi) adalah pemasukan atau pengeluaran yang berulang-ulang secara

seri yang dikenal sebagai anuitas. Jadi, anuitas adalah aliran kas yang terjadi berulang-ulang dengan jumlah dan interval yang sama. Untuk menghitung jumlahnya dipakai rumus berikut:

$$F = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i} \right]$$
 (7-3)



Gambar 7-7 Nilai yang akan datang dari bunga sederhana dan majemuk.

di mana,

F = Nilai yang akan datang

A = Pembayaran periodik

i = Bungan = Tahun

Simbol: (F/A i, n)

Contoh Soal

Sejumlah Rp700.000 setiap akhir tahun ditabung di bank selama 10 tahun. Penabung menerima bunga 6%. Hitung jumlah keseluruhan setelah masa tersebut.

Jawaban

Dengan menggunakan Tabel di Apendiks II untuk bunga 6%, n = 10, dan simbol (F/A, i, n.) diperoleh faktor anuitas 13,180 sehingga jumlah keseluruhan setelah 10 tahun adalah (Rp700.000) × (13,180) = Rp9,1 juta.

Nilai Sekarang Lump-Sum

Di atas telah disinggung hubungan antara nilai uang yang akan datang terhadap nilai sekarang. Sebagai kelanjutan dari pembahasan bunga majemuk, di bawah ini ditinjau hal yang sebaliknya, yaitu berapa besar nilai sekarang bila diketahui jumlahnya (*lump-sum*) dimasa yang akan datang. Rumus untuk maksud tersebut dijabarkan dari rumus 7-2:

$$Fn = PV (1 + i)^n$$
 menjadi:

$$PV = \frac{Fn}{(1+i)^n} \tag{7-4}$$

Simbol: (PV/F, i, n)

Contoh Soal

Suatu perusahaan merencanakan aliran kas pendapatan untuk 3 tahun berturut-turut sebesar Rp5 juta, Rp6 juta, dan Rp9 juta. Arus pengembalian yang diinginkan adalah 12%. Hitung nilai sekarang dari pendapatan di atas.

Jawaban

Dengan menggunakan tabel di Apendiks II simbol (PV/F, i, n) akan diperoleh angka-angka berikut:

Tahun	Pendapatan (Rp juta)	(Rp ju	ıta)
1	5,0	5(0,8928) =	4,464
2	6,0	6(0,7971) =	4,782
3	9,0	9(0,7118) =	6,406
PV			15,652

Jadi nilai sekarang dari pendapatan tersebut adalah Rp15,652 juta.

Nilai Sekarang Anuitas

Suatu dana yang terkumpul dengan jumlah yang sama dari tahun ke tahun, misalnya, hasil tabungan dihitung pada akhir tahun yang bersangkutan adalah sebagai berikut:

$$PV = A \left[\frac{(1+i)^n - 1}{i(1+i)^n} \right]$$
 (7-5)

Simbol: (PV/A, i, n)

Contoh Soal

Suatu usaha ingin mendapatkan Rp4 juta per tahun untuk 6 tahun pertama, dan Rp5 juta per tahun untuk 4 tahun berikutnya. Hitung nilai sekarang bila besar bunga 16%.

Jawaban

Dengan menggunakan tabel di Apendiks II simbol (PV/A, i, n) akan diperoleh:

Tahun	Jumlah (Rp juta)	Bunga (%)	Faktor diskonto	Jumlah (Rp juta)
1–6	4,0	16,0	3,684	14,736
7–10	5,0	16,0	1,149	5,745

Faktor diskonto tahun 7–10 diperoleh dari mengurangkan faktor diskonto pada tahun ke-10 dengan tahun ke-6 = 4,833 – 3,684 = 1,149. Jadi, total nilai sekarang adalah 14,7 + 5,7= Rp20,4 juta.

Capital Recovery

Di bidang finansial seringkali diperlukan perhitungan mengenai pembayaran kembali atau cicilan periodik suatu utang. Ini dikenal sebagai *Capital Recovery*. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$A = PV \left[\frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n - 1} \right]$$
 (7-6)

Simbol: (A/PV, i, n)

Contoh Soal

Suatu perusahaan ingin memperluas usahanya dengan meminjam modal sebesar Rp250 juta dengan bunga 12% per tahun. Pengembalian akan dilakukan setiap tahun dengan jumlah yang sama selama 10 tahun. Hitung jumlah pengembalian per tahun.

Jawaban

Dengan menggunakan tabel di Apendiks II dengan simbol (A/PV, i, n) untuk i = 12 dan n = 10 diperoleh faktor 0,1770. Sehingga jumlah pengembalian per tahun adalah Rp250 juta × (0,1770) = Rp44,25 juta.

Bunga Nominal Efektif

Dilihat dari intervalnya, dikenal 2 macam bunga majemuk, yaitu, diskrit (discrete) dan kontinu. Diskrit bila besarnya kurun waktu interval tertentu, seperti tahunan, bulanan, kuartalan, dan lain-lain. Sedangkan kontinu, intervalnya mendekati tak terhingga kecil. Namun demikian, keduanya selalu dinyatakan dalam bunga tahunan atau nominal. Hubungan antara bunga nominal (i) dan bunga efektif (r) adalah sebagai berikut:

$$i = \left[1 + \frac{r}{m}\right]^m - 1\tag{7-7}$$

di mana,

i = bunga efektif

r = bunga nominal atau bunga tahunan (annual rate)

m = frekuensi kemajemukan per tahun

Ringkasan Rumus Diskonto

Pada Tabel 7-8 diperlihatkan ringkasan dari beberapa rumus yang sering dijumpai pada perhitungan finansial, khususnya yang berkaitan dengan kriteria seleksi proyek (investasi) seperti telah dibahas di atas. Adapun faktor-faktor yang diperlukan, dilampirkan di Apendiks II. Dengan memakai simbol yang sesuai akan memudahkan kita menemukan faktor yang diperlukan.

B. Kriteria Seleksi

Dalam rangka mengadakan penilaian usulan proyek (investasi) dan pengambilan keputusan, hendaknya diperhatikan adanya variasi sifat dan jenis poyek yang memerlukan pendekatan berbeda-beda, yang pada garis besarnya dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Sifat Hubungan Antarproyek

- Proyek yang Berdiri Sendiri (Tunggal) Dianggap sebagai proyek tunggal karena keberadaannya tidak tergantung (independent) oleh adanya proyek lain, dalam arti masing-masing mempunyai kesempatan yang sama. Bila ingin mendapatkan alternatif yang terbaik, proyek-proyek macam ini hendaknya dikaji dalam waktu yang bersamaan.
- Proyek yang Saling Meniadakan Bila yang sedang dianalisis lebih dari satu atau multiproyek, interelasi di antaranya perlu diidentifikasi lebih jauh, karena ada yang bersifat saling meniadakan atau disebut juga mutually exclusive project, dalam arti memilih yang satu harus mengesampingkan yang lain. Misalnya, memilih antara membangun gedung olahraga atau supermarket di areal tanah yang sama.

2. Jenis Proyek Dilihat dari Tersedianya Dana

 Dana Tidak Terbatas Di sini asumsi yang digunakan adalah bahwa perusahaan memiliki dana yang tidak terbatas. Dalam hal ini maka penilaian tidak banyak mengalami kesulitan, usulan yang menjanjikan keuntungan yang terbaik akan diterima.

Tabel 7-8 Beberapa rumus yang sering dipakai pada kriteria seleksi.

		Simbol	Rumus	Faktor (Apendiks II)
Nilai yang akan datang (F)				
•	Single sum/ Lump-sum	(F/PV, i, n)	$F = PV(i+1)^n$	PV ke F
•	Anuitas	(F/A, i, n)	$F = A \frac{(1+i)^n - 1}{i}$	A ke F
Nilai sekarang (PV)				
•	Single sum/ Lump-sum	(PV/F, i, n)	$PV = F \frac{1}{(1+i)^n}$	F ke PV
•	Anuitas	(PV/A, i, n)	$PV = \frac{A(1 + i)^n - 1}{i(1 + i)^n}$	A ke PV
Anuitas (A)				
•	Nilai sekarang (capital recovery)	(A/PV, i, n)	$A = PV \frac{i(1+i)^n}{(1+i)^n-1}$	PV ke A
•	Nilai yang akan datang (sinking fund)	(A/F, i, n)	$A = F \frac{1}{(1+i)^n - 1}$	F ke A

 Dana Terbatas Karena dananya terbatas maka perusahaan perlu mengatur penggunaan modal yang tersedia (capital rationing), dalam arti pendekatan yang digunakan harus dapat memilih usulan proyekproyek yang saling bersaing.

3. Ukuran Proyek

Ini berkaitan dengan menentukan *ranking* proyek-proyek dengan ukuran yang relatif jauh berbeda.

4. Umur Proyek

Dibedakan antara proyek dengan umur relatif pendek dengan proyek yang berumur panjang.

Gambar 7-8 memperlihatkan penggolongan tersebut.

Seleksi dan Rangking

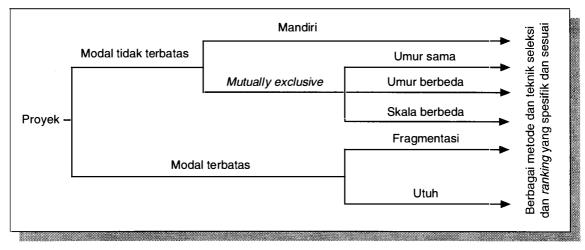
Proses pengambilan keputusan proyek acapkali menghadapi persoalan seleksi dan/atau ranking. Seleksi di sini diartikan sebagai segala sesuatu yang berkaitan dengan menerima atau menolak usulan proyek. Sedangkan

ranking berusaha mengidentifikasi urutan usulan proyek (investasi) berdasarkan derajat "menarik"nya usulan tersebut dilihat dari segi finansial atau ekonomi. Rangking amat diperlukan bila menghadapi keterbatasan dana atau proyek yang bersifat saling meniadakan.

Kriteria Seleksi Proyek yang Mandiri

Kriteria seleksi yang telah lazim dipraktekkan pada proyek jenis ini adalah sebagai berikut:

- 1. Yang tidak memperhitungkan nilai waktu dari uang.
 - Periode pengembalian (pay-back periode).
 - b. Pengembalian investasi (return on investment-ROI).
- Yang memperhitungkan nilai waktu dari uang.
 - a Perhitungan nilai neto (net present value-NPV).
 - b. Internal rate of return-IRR.
 - c. Indeks profitabilitas.
 - d. Benefit-cost ratio.
 - e. Annual capital charge.



Gambar 7-8 Variasi jenis proyek (investasi) yang memerlukan bermacam-macam pendekatan dalam proses seleksi atau *ranking*.

C. Periode Pengembalian

Periode pengembalian atau pay-back period adalah jangka waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal suatu investasi, dihitung dari aliran kas bersih (net). Aliran kas bersih adalah selisih pendapatan (revenue) terhadap pengeluaran (expenses) per tahun. Periode pengembalian biasanya dinyatakan dalam jangka waktu per tahun.

Aliran Kas Tahunan dengan Jumlah Tetap

Dalam hal ini selisih pendapatan dan pengeluaran per tahun atau aliran kas bersih dari tahun ke tahun adalah tetap. Rumus yang digunakan untuk menghitung periode pengembalian adalah sebagai berikut:

Periode Pengembalian = Cf/A (7-8)

di mana,

Cf = Biaya pertama

A = Aliran kas bersih (neto) per tahun

Bila dibuat grafik akan terlihat seperti pada Gambar 7-9.

Karena aliran kas neto per tahun berjumlah sama maka aliran kas kumulatif akan merupakan garis lurus. Titik potong garis aliran kas kumulatif tersebut dengan garis waktu (tahun) menunjukkan periode pengembalian.

Contoh Soal

Suatu perusahaan sedang mengkaji periode pengembalian suatu rencana investasi dengan biaya pertama Rp30 juta. Diharapkan aliran kas neto per tahun adalah Rp6 juta selama umur investasi. Hitung periode pengembalian.

Jawaban

Dengan menggunakan rumus 7-8 didapat periode pengembalian sama dengan (Rp30 juta) : (Rp6 juta) = 5 tahun.

Aliran Kas Tahunan dengan Jumlah Tidak Tetap

Bila aliran kas tiap tahun berubah-ubah maka garis kumulatif aliran kas tidak lurus. Dalam hal ini digunakan rumus:

Periode pengembalian =

$$(n-1) + \left[Cf - \sum_{1}^{n-1} An\right] \left(\frac{1}{An}\right) \tag{7-9}$$

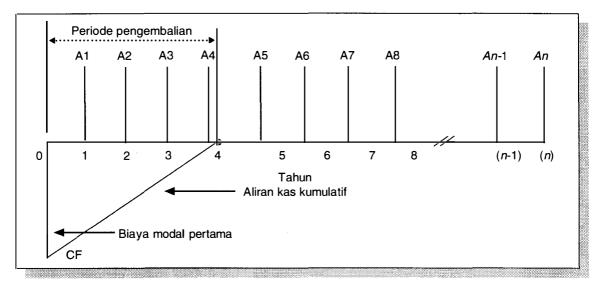
di mana,

Cf = Biaya pertama

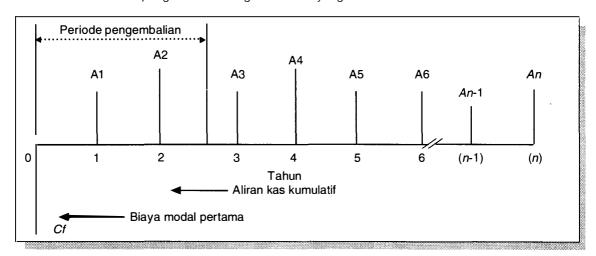
An = Aliran kas pada tahun n

n = Tahun pengembalian ditambah 1

Grafik yang menggambarkan hal tersebut terlihat pada Gambar 7-10.



Gambar 7-9 Periode pengembalian dengan arus kas yang sama.



Gambar 7-10 Periode pengembalian dengan arus kas yang tidak tetap.

Contoh Soal

Suatu proyek penanaman modal mengikuti aliran kas neto sebagai berikut:

Akhir Tahun	Aliran Kas		
ke-	Neto (Rp)	Neto Kumulatif (Rp)	
0	-15.000	-15.000	
1	+2.000	-13.000	
2	+4.000	-9.000	
3	+4.500	-4.500	
4	+3.500	-1.000	
5	+2.000	+1.000	

Ditanyakan tahun keberapa terjadi periode pengembalian?

Jawaban

Dari data arus kas neto di samping terlihat bahwa periode pengembalian terjadi pada tahun ke-5. Jadi, n=5; $An={\rm Rp2.000.}$ Dengan menggunakan rumus 7–9 didapat,

$$\sum_{n=1}^{n-1} An = 2.000 + 4.000 + 4.5000 + 3.5000$$
= Rp14.000

Periode pengembalian = 4 + $\frac{15.000 - 14.000}{2.000}$

= 4,5 tahun

Keuntungan dan Keterbatasannya

Dalam menganalisis periode pengembalian dapat juga kita masukkan faktor-faktor seperti modal kerja, depresiasi, dan/atau pajak. Hal ini akan menghasilkan angka yang lebih realistis. Akan tetapi, banyak pihak berpendapat bahwa langkah demikian akan mengurangi kesederhanaan dan kemudahan periode sebagai alat analisis pendahuluan. Metode ini masih digunakan secara luas karena mempunyai beberapa keuntungan sebagai berikut:

- Sederhana, menghitungnya tidak sulit, dan memberikan pengertian yang mudah tentang waktu pengembalian modal (capital recovery).
- Bagi proyek yang memiliki risiko semakin lama semakin tinggi, atau perusahaan yang peka terhadap masalah likuiditas pada masa awal investasi, dengan mengetahui kapan pengembalian modal selesai, akan amat membantu untuk memutuskan disetujui tidaknya proyek tersebut. Jadi, berlaku seperti indeks risiko bagi investor.
- Investasi yang menghasilkan produk dengan model yang relatif cepat berubah atau usang, perlu diketahui kapan dicapai periode pengembaliannya.

Adapun keterbatasannya adalah sebagai berikut:

- Tidak memberikan gambaran bagaimana situasi aliran kas sesudah periode pengembalian selesai.
- Tidak mempertimbangkan nilai waktu dari uang. Berarti tidak mengikuti prinsip dasar analisis aspek ekonomi-finansial dalam mengkaji kelayakan suatu proyek (investasi).
- Tidak memberikan indikasi profitabilitas dari unit usaha hasil proyek.

Meskipun mempunyai banyak kelemahan, tetapi pada kenyataannya periode pengembalian masih digunakan secara luas, terutama disebabkan oleh perhitungannya yang mudah dan cepat untuk menggali informasi perihal risiko yang kebanyakan pengusaha ingin segera mendapatkan jawabannya. Untuk memperbaiki beberapa kelemahan di atas dilakukan

modifikasi dengan memasukkan unsur biaya modal.

Indikasi

Kriteria ini memberikan indikasi atau petunjuk bahwa proyek dengan periode pengembalian lebih cepat akan lebih disukai. Dalam memakai kriteria ini perusahaan yang bersangkutan perlu menentukan batasan maksimum waktu pengembalian, berarti lewat waktu tersebut tidak dipertimbangkan.

D. Return on Investment

Pengembalian atas investasi atau aset (*Return on Investment-ROI*) adalah perbandingan dari pemasukan (*income*) per tahun terhadap dana investasi. Dengan demikian, memberikan indikasi profitabilitas suatu investasi. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$ROI = \frac{Pemasukan}{Investasi} \times 100\%$$
 (7-10)

Karena investasi dapat dinyatakan dalam berbagai bentuk seperti biaya pertama, investasi rata-rata dan lain-lain, demikian pula perhitungan pemasukan dapat dimasukkan faktorfaktor depresiasi, pajak, bunga dan lain-lain, maka akan dihasilkan banyak sekali variasi ROI, di antaranya adalah sebagai berikut:

a.
$$ROI = \frac{Pemasukan neto sebelum pajak}{Biaya pertama}$$

$$b. \quad ROI = \frac{Pemasukan neto sebelum pajak}{Rata-rata investasi}$$

$$c. ROI = \frac{Pemasukan neto setelah pajak}{Rata-rata investasi}$$

Indikasi

Berdasarkan analisis di atas terlihat bahwa semakin besar ROI, semakin disukai oleh calon investor. Seperti halnya dengan periode pengembalian, pemakai kriteria ini harus menentukan terlebih dahulu berapa besar angka ROI sebagai patokan. Bila ROI yang ditawarkan kurang dari angka tersebut, usulan investasi tidak disetujui.

Keuntungan dan Keterbatasan ROI

Sampai saat ini ROI masih sering digunakan terutama karena hal-hal berikut:

- Mudah dipahami dan tidak sulit menghitungnya.
- Tidak seperti periode pengembalian, lingkup pengkajian kriteria ini menjangkau seluruh umur investasi. Dengan demikian, wawasannya lebih luas.

Keterbatasannya terutama disebabkan oleh:

- Terdapat berbagai variasi cara menghitung ROI sehingga seringkali sulitmenentukan besar angka ROI yang akan dipakai sebagai patokan menerima atau menolak usulan investasi.
- Tidak menunjukkan profil laba terhadap waktu. Hal ini dapat menyebabkan keputusan yang kurang tepat. Misalnya, ada dua rencana investasi, yang satu memiliki pemasukan (laba) yang lebih besar di tahun-tahun awal, jadi lebih disukai, tetapi mungkin mempunyai angka ROI yang sama besar.
- Tidak mempertimbangkan nilai waktu dari uang.

Seperti halnya dengan periode pengembalian, maka kriteria ini disarankan dipakai sebagai tambahan atau pelengkap (suplemen) dari kriteria yang lain.

Contoh Soal

Suatu usaha memerlukan biaya pertama Rp26 juta dengan perkiraan nilai sisa Rp6 juta, pada akhir tahun ke-4. Adapun proyeksi pemasukan bersih sebelum pajak setiap tahun adalah sebagai berikut:

Tahun ke	Pemasukan neto (Rp juta)
1	3,0
2	3,0 4,0 5,5
3	5,5
4	3,0

Hitung ROI tersebut dengan menggunakan ketiga rumus ROI di atas.

Jawaban

Pertama-tama dihitung pemasukan neto rata-rata per tahun sebelum pajak yaitu (1/4)(3,0 + 4,0 + 5,5 + 3,0) = 3,875, kemudian

a.
$$\frac{3,875}{26,0} = 14,9\%$$

b.
$$\frac{3,875}{(1/2)(26,0+6,0)} = 24,2\%$$

 Bila dimisalkan besar pajak = 30% maka ROI setelah pajak menjadi:

$$\frac{(3,875)(1-0,3)}{(1/2)(26,0+6,0)} = \frac{2,7125}{1,6} = 16,9\%$$

E. Nilai Sekarang Neto

Kriteria nilai sekarang neto (net present value -NPV) didasarkan pada konsep mendiskonto seluruh aliran kas ke nilai sekarang. Dengan mendiskonto semua aliran kas masuk dan keluar selama umur proyek (investasi) ke nilai sekarang, kemudian menghitung angka neto maka akan diketahui selisihnya dengan memakai dasar yang sama, yaitu harga (pasar) saat ini. Berarti sekaligus dua hal telah diperhatikan, yaitu faktor nilai waktu dari uang dan (selisih) besar aliran kas masuk dan keluar. Dengan demikian, amat membantu pengambil keputusan untuk menentukan pilihan. NPV menunjukkan jumlah lump-sum yang dengan arus diskonto tertentu memberikan angka berapa besar nilai usaha (Rp) tersebut pada saat ini.

Adapun aliran kas proyek (investasi) yang akan dikaji meliputi keseluruhan, yaitu biaya pertama, operasi, produksi, pemeliharaan, dan lain-lain pengeluaran.

Ditulis dengan rumus menjadi:

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{(C)t}{(1+i)^{t}} - \sum_{t=0}^{n} \frac{(Co)t}{(1+i)^{t}} \dots (7-11)$$

di mana,

NPV = Nilai sekarang neto

(C)t = Aliran kas masuk tahun ke-t

(Co)t = Aliran kas keluar tahun ke-t

n = Umur unit usaha hasil investasi

= Arus pengembalian (rate of re-

turn)

t = Waktu

Biaya Pertama dan Pengeluaran Tahunan

Untuk proyek yang tidak terlalu besar dan berlangsung relatif singkat, biaya pertama umumnya diperlakukan sebagai single sum yang terjadi pada tahun 0. Akan tetapi, untuk proyek besar dengan periode bertahun-tahun diperlakukan lebih teliti, yaitu dengan diperhitungkan sebagai single sum seri. Biaya pembebasan (pembelian) tanah dan modal kerja seringkali dimasukkan sebagai biaya pertama. Adapun pengeluaran tahunan seperti biaya operasi, produksi, pemeliharaan dan lain-lain, jumlahnya dikurangkan dari pendapatan kemudian diperhitungkan sebagai single sum dan didiskonto ke saat ini. Nilai sisa bila ada, diperhitungkan pada akhir proyek dengan didiskonto ke nilai saat ini. Bila disajikan dengan gambar akan terlihat sebagai Gambar 7-11.

Hal lain yang perlu diperhatikan adalah konsep NPV didasarkan atas asumsi bahwa aliran kas proyek yang terbentuk direinvestasi kembali dengan arus pengembalian (i) yang besarnya sama dengan biaya modal perusahaan yang bersangkutan.

Arus Pengembalian

Keputusan yang sulit dalam penggunaan kriteria ini adalah menentukan besarnya angka arus pengembalian (i) atau hurdle rate. Arus pengembalian ini dikenal juga sebagai cut-off rate atau opportunity cost suatu usaha. Dengan ungkapan yang sederhana, maka dapat dikatakan bahwa besar angka (i) adalah sembarang angka yang menurut pertimbangan investor merupakan angka pengembalian (tingkat keuntungan) minimal yang masih menarik. Arus pengembalian ini akan dibicarakan lebih lanjut di Bab 9.

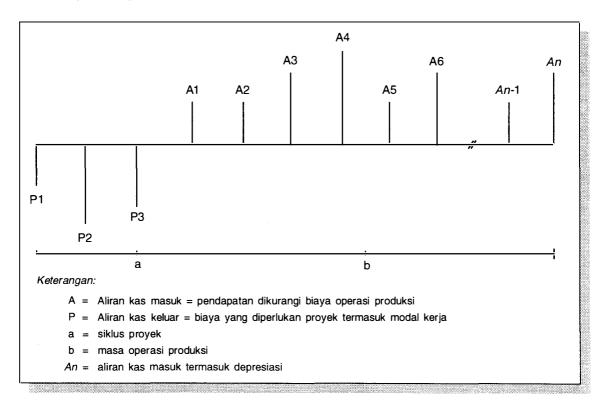
Indikasi

Mengkaji usulan proyek dengan NPV memberikan petunjuk (indikasi) sebagai berikut:

NPV = positif, usulan proyek dapat diterima, semakin tinggi angka NPV semakin baik.

NPV = negatif, usulan proyek ditolak.

NPV = 0 berarti netral.



Gambar 7-11 Aliran kas keluar dan masuk selama umur proyek/investasi.

Profil NPV

Profil NPV dapat lebih jelas bila disajikan dengan grafik seperti Gambar 7-12. Umumnya grafik NPV akan berbentuk lengkung.

Titik A perpotongan antara garis NPV dengan sumbu vertikal menunjukkan jumlah arus kas yang tidak didiskonto. Titik D adalah titik potong antara garis NPV dengan sumbu horisontal yang menunjukkan nilai NPV = 0 dan titik ini menunjukkan besar arus pengembalian internal (internal rate of return – IRR). Pada titik B, dengan arus diskonto 6 persen didapat NPV = Rp3 juta. Titik C dengan i = 8 persen NPV-nya sebesar Rp2 juta. Terlihat bahwa besar NPV amat dipengaruhi oleh angka arus pengembalian (diskonto). Semakin besar arus diskonto, semakin kecil nilai NPV.

Kelebihan Metode NPV

- Memasukkan faktor nilai waktu dari uang.
- Mempertimbangkan semua aliran kas proyek.
- Mengukur besaran absolut dan bukan relatif, sehingga mudah mengikuti kontribusinya terhadap usaha meningkatkan kekayaan perusahaan atau pemegang saham.

Contoh Soal

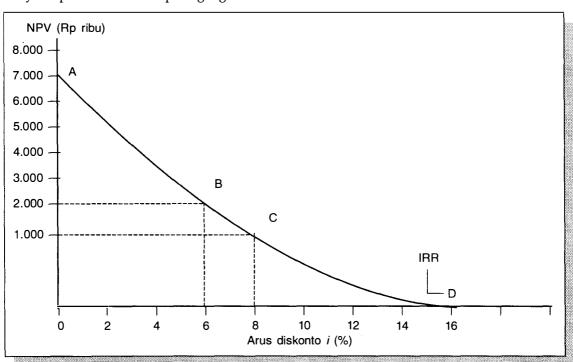
Hitung NPV dari suatu usaha yang memerlukan arus kas keluar sebesar Rp20 juta. Usaha ini diharapkan dapat menghasilkan berturut-turut Rp9, 8, 8, 6, dan 4 juta dalam jangka waktu 5 tahun. Ditentukan pengembalian 15%. Pada akhir tahun ke-5 tidak ada nilai sisa.

Jawaban

Dengan menggunakan tabel di Apendiks II diperoleh

Waktu	Aliran kas	Faktor diskonto	PV
0	-20,0	1,0	-20,0
1	9,0	0,870	7,83
2	8,0	0,756	6,05
3	8,0	0,66	5,26
4	6,0	0,57	3,43
5	4,0	0,45	1,99
		PV	24,56
NP	V = 24,56 -	20,0	4,56

Dari hasil perhitungan terlihat bahwa aliran kas di atas mempunyai NPV = Rp4,56 juta pada arus diskonto i = 15%.



Gambar 7-12 Profil NPV dengan berbagai arus diskonto (i).

Contoh Soal

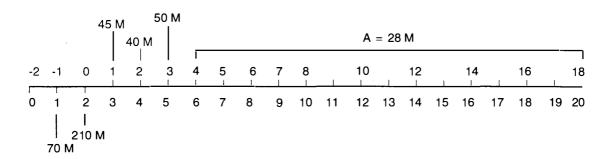
Sebuah perusahaan ingin menanam investasi pada usaha telekomunikasi. Untuk maksud tersebut, perusahaan merencanakan membangun suatu jaringan radio telekomunikasi yang diharapkan dapat beroperasi selama 18 tahun. Konstruksi proyek dijadwalkan selesai dalam waktu 2 tahun dan memerlukan biaya total Rp140 miliar. Pengeluaran tahun pertama 25% dan tahun kedua 75%. Proyeksi pendapatan kotor 3 tahun pertama dari penyewa

berturut-turut adalah Rp45 miliar, Rp40 miliar, dan Rp50 miliar, sedangkan untuk tahun-tahun operasi selanjutnya sebesar Rp40 miliar. Investasi ini mendapatkan pembebasan pajak (*tax-holiday*) pada 3 tahun pertama mulai beroperasi, sedangkan tahuntahun selanjutnya dikenakan pajak 30% per tahun. Sponsor proyek ingin memperoleh tingkat keuntungan 20%.

- a) Buat diagram aliran kas proyek/investasi.
- b) Apakah rencana investasi ini menarik untuk dilaksanakan.

Jawaban

a) Diagram aliran kas adalah sebagai berikut



- b) Menghitung NPV untuk melihat menarik tidaknya proyek/investasi:
- · Aliran kas keluar

Jumlah aliran kas keluar adalah biaya konstruksi yang pada akhir tahun pertama adalah $25\% \times (\text{Rp280 miliar}) = \text{Rp70 miliar}$ dan tahun kedua Rp210 miliar. Dengan menggunakan tabel di Apendiks II untuk (PV/F, i, n) dengan i = 20% n = 1 dan n = 2 diperoleh:

PV aliran kas keluar = Rp35 miliar \times (0,8333) + Rp105 miliar \times (0,6944) = Rp102,9 miliar.

Aliran kas masuk

PV aliran kas masuk tahun pertama, kedua, dan ketiga operasi, atau tahun ketiga, keempat dan kelima dihitung dari awal dengan tabel di Apendiks II (PV/F, i, n) diperoleh:

Rp45 miliar \times (0,5787) + Rp40 miliar \times (0,4823) + Rp50 miliar \times (0,4019) = Rp26,04 miliar + 19,29 + Rp20,09 miliar = Rp65,42 miliar.

Mulai tahun ke-6 sampai tahun ke-20 dikenakan pajak = 30%, sehingga tersisa $(0,7) \times (Rp40 \text{ miliar}) = Rp28$ miliar per tahun. Menghitung faktor diskonto pada periode demikian harus teliti, yaitu dengan menggunakan faktor penyesuaian dihitung dari tahun ke-6 atau (PV/F,20,6). Akhirnya kita peroleh angka untuk nilai saat ini dengan i = 20% dan n = 20 - 6 = 14.

$$PV = A(PV/A, i, n)(PV/F, i, n)$$

= 28,0(PV/A, 20, 14)(PV/F, 20, 6)
= 28,0(4,611)(0,3349) = Rp43,23 miliar

Total PV aliran kas masuk= Rp65,42 miliar + Rp43,23 miliar = Rp108,65 miliar

Sehingga NPV = Rp108,6 - Rp102,9 miliar = Rp5,7 miliar

Berarti NPV > 0, jadi rencana proyek/investasi dapat diterima.

F. Arus Pengembalian Internal

Seringkali diperlukan suatu analisis yang menjelaskan apakah rencana proyek cukup menarik bila dilihat dari arus pengembalian yang telah ditentukan (diinginkan). Sehubungan dengan hal tersebut prosedur yang lazim dipakai adalah dengan mengkaji arus pengembalian internal. Adapun yang dimaksud dengan arus pengembalian internal (internal rate of return-IRR) adalah arus pengembalian yang menghasilkan NPV aliran kas masuk = NPV aliran kas keluar. Pada metode NPV analisis dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu besar arus pengembalian (diskonto) (i), kemudian dihitung nilai sekarang neto (PV) dari aliran kas keluar dan masuk. Untuk IRR ditentukan dulu NPV = 0, kemudian dicari berapa besar arus pengembalian (diskonto) (i) agar hal tersebut terjadi. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{(C)t}{(1+i)^{t}} - \sum_{t=0}^{n} \frac{(Co)t}{(1+i)^{t}}$$
 (7-12)

di mana,

(C)t = Aliran kas masuk pada tahun t(Co)t = Aliran kas keluar pada tahun t

i = Arus pengembalian (diskonto)n = Tahun

Karena aliran kas keluar proyek umumnya merupakan biaya pertama (*Cf*) maka persamaan di atas dapat disederhanakan menjadi:

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{(C)t}{(1+i)^{t}} - (Cf) = 0$$
 (7-13)

Indikasi

Menganalisis usulan proyek dengan IRR memberi kita petunjuk sebagai berikut:

- IRR > arus pengembalian (i) yang diinginkan (required rate of return – RRR), proyek diterima.
- IRR < arus pengembalian (i) yang diinginkan (required rate of return – RRR), proyek ditolak.

Contoh Soal

Suatu usulan proyek/investasi memerlukan biaya pertama sebesar Rp6 juta. Proyek tersebut diharapkan menghasilkan aliran kas masuk Rp1,5 juta selama 5 tahun berturut-turut. Hitung IRR!

Jawaban

Karena aliran kas keluar adalah sama (Rp1,5 juta selama 5 tahun), maka digunakan rumus atau tabel anuitas. Pertama, kita mencari faktor anuitas dengan membagi nilai sekarang (PV) aliran kas keluar (biaya pertama) dengan anuitas diperoleh $(6,0) \times (1/1,5) = 4,0$. Kemudian dari tabel di Apendiks III untuk n = 5 dan faktor anuitas 4,0 diperoleh i = 7% atau IRR = 7%.

Cara Trial And Error atau Kalkulator

Pada contoh soal di atas diumpamakan aliran kas masuk tetap per tahun (Rp1,5 juta) selama umur proyek, sehingga bisa digunakan rumus atau tabel PV-anuitas. Namun, bagaimana bila aliran kas masuk tidak tetap? Hal ini dapat dihitung dengan *trial and error* atau dengan kalkulator.

Contoh Soal

Usulan proyek/investasi dengan biaya pertama Rp10.000 direncanakan menghasilkan pemasukan berturut-turut Rp6.000, Rp5.000 dan Rp2.000 pada tahun pertama, kedua, dan ketiga. Hitung IRR dari proyek/investasi tersebut.

Jawaban

Karena aliran kas tidak tetap maka dihitung terlebih dahulu rata-rata faktor anuitas. a) Menghitung rata-rata aliran kas masuk anuitas. (1/3) \times (Rp6.000 + Rp5.000 + Rp2.000) = Rp4.300

Faktor anuitas (1/4,3)(10.000) = 2,3

Dengan memakai daftar di Apendiks II untuk n = 3 dan faktor anuitas = 2,3, diperoleh i = 14%

b) Mengecek besarnya NPV untuk i = 14%

Tahu	i = 14%	i = 18%
(0)	-10000	-10000
1	6.000(0,877) = 5.262	6.000(0,847) = 5.082
2	5.000(0,769) = 3.845	5.000(0,718) = 3.590
3	2.000(0,675) = 1.350	2.000(0,609) = 1.218
PV	10.457	9.890

Untuk *i* = 14% diperoleh NPV = 10.457 – 10.000 = 457

Jadi, nilai NPV > 0.

c) Dicoba dengan i = 18%Untuk i = 18% diperoleh NPV = 9.890 - 10.000

Di sini NPV < 0, berarti *i* terletak antara 14% dan 18%

d) Interpolasi

= -110

Untuk memperoleh angka yang lebih akurat dilakukan dengan interpolasi.

Dicari (i)c yang mempunyai (PV)c = 10.000 dan (PV)a - (PV)c = 457. Hal ini dapat digambarkan sebagai berikut:

Sehingga (i)c diperoleh dari:

$$(i)c = 14 + \left[\frac{457}{567} \times 4\right] = 14 + (0.8) \times 4$$

= 17.2%

Maka dengan interpolasi diperoleh (i)c = 17,2%. Jadi, IRR = 17,2%.

G. Indeks Profitabilitas

Variasi lain dari kriteria NPV adalah indeks profitabilitas (IP), yang menunjukkan kemampuan mendatangkan laba per satuan nilai investasi. Didefinisikan sebagai berikut:

$$Indeks \ profitabilitas = \frac{\text{Nilai sekarang aliran}}{\text{Nilai sekarang aliran}}$$
 kas keluar

IP =
$$\frac{\sum_{t=0}^{n} \frac{(C)t}{(1+i)^{t}}}{\sum_{t=0}^{n} \frac{(Co)t}{(1+i)t}}$$
 (7-14)

Dengan demikian, dalam batas atau syarat tertentu indeks profitabilitas dapat digunakan untuk membandingkan secara langsung menarik tidaknya usulan proyek-proyek.

Contoh Soal

Suatu perusahaan sedang menganalisis 3 buah usulan proyek atau investasi. Aliran kas dari tiga proyek tersebut adalah sebagai berikut:

Tahun	Jumlah Rp (juta)				
	Proyek A	Proyek C			
0	-75,0	-35,0	-110,0		
1	40,0	20,0	50,0		
2	30,0	25,0	60,0		
3	25,0	15,0	45,0		

Bila biaya modal perusahaan adalah 10%, bagaimana susunan prioritasnya bila dilihat dari IP?

Jawaban

Untuk memperoleh IP dihitung PV aliran kas masing-masing proyek dengan menggunakan tabel di Apendiks II, dan hasilnya diperlihatkan pada tabel di halaman 143 berikut.

Dari hasil perhitungan pada tabel tersebut, dipandang dari IP maka prioritas pertama proyek B, kedua proyek C, dan terakhir proyek D. Perlu dicatat bahwa dilihat dari NPV proyek C dengan nilai Rp20,71 juta adalah proyek yang paling menarik untuk menambah kekayaan perusahaan.

Tahun	Proyek A	Proyek B	Proyek C
0	-75,0	-35,0	-110,0
1	40(0,909) = 36,36	20(0,909) = 18,18	50(0,909) = 45,45
2	30(0,842) = 25,26	25(0,842) = 21,05	60(0,842) = 50,52
3	25(0,772) = 19,30	15(0,772) = 11,58	45(0,772) = 34,74
PV	80,92	50,81	130,71
NPV	5,92	15,81	20,71
IP	$\frac{80,92}{75} = 1,07$	$\frac{50,81}{35} = 1,47$	$\frac{130,71}{110} = 1,20$

Indikasi

Mengkaji usulan proyek/investasi dengan IP memberikan petunjuk sebagai berikut:

- IP > 1, usulan diterima.
- IP < 1, usulan ditolak.

H. Benefit - Cost Ratio

Untuk mengkaji kelayakan proyek sering digunakan pula kriteria yang disebut benefit-cost ratio – BCR. Penggunaannya amat dikenal dalam mengevaluasi proyek-proyek untuk kepentingan umum atau sektor publik. Dalam hal ini penekanannya ditujukan kepada manfaat (benefit) bagi kepentingan umum dan bukan keuntungan finansial perusahaan. Meskipun demikian, bukan berarti perusahaan swasta mengabaikan kriteria ini. Adapun rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

BCR =
$$\frac{\text{benefit}}{\text{Nilai sekarang}} = \frac{(PV)B}{(PV)C}$$
 (7-15)
biaya

Biaya C pada rumus di atas dapat dianggap sebagai biaya pertama (*Cf*) sehingga rumusnya menjadi:

$$BCR = \frac{(PV)B}{Cf} \tag{7-16}$$

di mana,

BCR = Perbandingan manfaat terhadap biaya (benefit-cost ratio)

(PV)B = Nilai sekarang benefit

(PV)C = Nilai sekarang biaya

Pada proyek-proyek sektor swasta, benefit umumnya berupa pendapatan minus biaya di luar biaya pertama (misalnya, untuk operasi dan produksi), sehingga menjadi:

$$BCR = \frac{R - (C)op}{Cf} \tag{7-17}$$

di mana,

R = Nilai sekarang pendapatan

(C)op = Nilai sekarang biaya (di luar

biaya pertama)

Cf = Biaya pertama

Indikasi

Adapun kriteria *BCR* akan memberikan petunjuk sebagai berikut:

BCR > 1 Usulan proyek diterima

BCR < 1 Usulan proyek ditolak

BCR = 1 Netral

Kriteria *BCR* untuk proyek sektor publik akan dibahas lebih jauh di Bab 8.

Contoh Soal

Suatu proyek memerlukan biaya pertama sebesar Rp50 juta dengan biaya kapital 9% dan mendapatkan benefit 3 tahun berturut-turut sebesar Rp15 juta, Rp25 juta, dan Rp40 juta. Diterima atau ditolakkah usulan proyek tersebut?

Jawaban

Untuk menjawab soal tersebut, pertama-tama dihitung PV dari aliran kas masuk dan keluar pada i = 9% dengan menggunakan tabel di Apendiks II, sehingga akan diperoleh:

Tahun	i = 9%
0	-50,0
1	15(0,917) = 13,75
2	25(0,842) = 21,05
3	40(0,772) = 30,88
(PV)B	65,68

$$BCR = \frac{(PV)B}{Cf} = \frac{65,68}{50.0} = 1,31$$

Jadi, $BCR > 1 \rightarrow Usulan proyek diterima.$

I. Beban Tahunan Setara dan UAS

Seringkali calon investor ingin mengetahui dan menilai parameter-parameter yang dianggap penting (pendapatan, biaya, dan aliran kas) dalam kurun waktu tahunan yang dikombinasikan sebagai beban tahunan setara atau equivalent capital charge-ECC. Misalnya, suatu perusahaan listrik ingin menghitung berapa besar harga langganan per tahun dalam rangka investasi baru yang hendak dilakukan bila telah diperkirakan biaya pertama yang harus dikeluarkan serta arus pengembalian yang dinginkan, demikian pula biaya operasi per tahun. Metode ECC berguna bagi pengkajian kelayakan proyek yang mempunyai umur berbeda-beda.

Contoh Soal

Suatu perusahaan air minum menanam investasi dengan nilai Rp400 juta. Biaya operasi diperkirakan Rp70 juta setahun dan berlangsung selama 15 tahun. Bila perusahaan tersebut menghendaki arus pengembalian 8% dan kemungkinan adanya nilai sisa dari peralatan Rp50 juta pada akhir masa operasi, tentukan minimal harga langganan per tahun.

Jawaban

Pada soal ini, beban tahunan terdiri dari biaya operasi Rp70 juta dan pembayaran berkala untuk mengembalikan modal Rp400 juta selama 15 tahun dengan bunga 8%. Adanya nilai sisa berarti dapat dikurangkan dari biaya pertama. Dimulai

dengan memperhitungkan nilai sisa pada saat sekarang dengan r = 8% dari tabel di Apendiks II didapatkan:

PV nilai sisa = (Rp50 juta) \times (0,327) = Rp16,35 juta.

Biaya pertama tinggal Rp400 juta - Rp16,35 juta = Rp383,65 juta

Beban tahunan adalah pengeluaran untuk operasi ditambah pembayaran kembali biaya pertama (setelah dikurang nilai sisa). Dengan tabel di Apendiks II diperoleh faktor 0,1168 sehingga beban tahunan setara adalah ECC = (Rp400 juta) \times (0,1168) + Rp70 juta = Rp116,72 juta.

Uniform Annual Series Method – UAS

Variasi lain dari metode NPV adalah *Uniform Annual Series Method* – UAS. UAS berguna untuk memilih alternatif proyek yang bersifat saling meniadakan. UAS menjadikan NPV aliran kas usulan proyek/investasi menjadi *uniform annual equivalent*, dan atas dasar perbandingan nilai proyek-proyek. Hal ini dilakukan dengan menghitung NPV aliran kas proyek dibagi dengan faktor (*PV/A*, *i*, *n*).

Contoh Soal

Dua proyek dengan umur yang sama dan bersifat saling meniadakan mempunyai aliran kas sebagai berikut:

Aspek Finansial 145

Tahun	Proyek A (Rp Juta)	Proyek B (Rp Juta)
0	-7 ,0	-6,0
1	2,0	3,0
2	2,0	3,0
3	2,0	3,0
4	2,0	_
5	2,0	_
6	2,0	-

Hitung proyek yang lebih menarik bila diinginkan arus pengembalian 9% per tahun!

Jawaban

Dihitung masing-masing NPV proyek A dan B. Dari tabel Apendiks II (*PV/A*, *i*, *n*) diperoleh:

NPV proyek A =
$$(4,485)(2,0) - 7,0 = 8,970 - 7,0$$

= 1,970
NPV proyek B = $(2,531)(3,0) - 6,0 = 7,593 - 6,0$
= 1.593

UAS masing-masing proyek dapat diperoleh dari NPV di atas dengan faktor (*PV/A*, *i*, *n*) yang bersangkutan.

UAS proyek A =
$$\frac{1,970}{4,485}$$
 = Rp0,439 juta
UAS proyek B = $\frac{1,593}{2,531}$ = Rp0,629 juta

Hasil perhitungan di atas menunjukkan bahwa dilihat dari UAS, proyek B lebih menarik, meskipun NPV proyek A > NPV proyek B. Ini berarti evaluasi dengan metode NPV memerlukan peninjauan lebih lanjut bila menghadapi keadaan-keadaan yang spesifik.

Modal Terbatas

Oleh karena alasan tertentu, pimpinan perusahaan kadang-kadang memberikan batasan jumlah maksimal dana yang boleh digunakan untuk proyek pada waktu tertentu. Keadaan demikian dikenal sebagai *capital rationing*. Prosedur memilih proyek-proyek dengan modal terbatas adalah memilih kombinasi yang menghasilkan NPV terbesar, yaitu yang total biayanya tidak melewati batas maksimal yang ditentukan. Contoh pada tabel di bawah ini menggambarkan keadaan tersebut.

Total Anggaran : Rp10 juta						
Proyek: a	b	С	d	е	f	
Biaya (Rp juta)	5,0	3,0	2,0	2,0	4,0	3,0
NPV (Rp juta)	2,5	1,0	0,5	0,6	1,2	-0,1

Karena jumlah dana yang disediakan (anggaran) maksimal Rp10 juta maka kombinasi yang terbaik adalah a+b+c=10, atau a+b+d=10, atau a+f+c=10 atau a+f+d=10. Dilihat dari NPV maka (NPV)d > (NPV)c dan (NPV)f negatif. Dengan demikian bila proyek-proyek tersebut tidak boleh dipecah maka kombinasi yang menghasilkan NPV terbesar adalah a+b+d=Rp10 juta.

Analisis mencari kombinasi terbaik bagi sejumlah besar proyek-proyek dapat dilakukan dengan program matematis.

J. Membandingkan NPV dan IRR

Telah dibahas kriteria seleksi proyek dengan menggunakan metode NPV dan IRR. Pertanyaan yang mungkin timbul adalah apakah kedua metode tersebut memberikan hasil yang sama dilihat dari sudut menarik tidaknya proyek yang bersangkutan untuk diterima atau ditolak? Dari peninjauan lebih lanjut akan terlihat bahwa kedua kriteria di atas menghasilkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Memberikan Hasil Kesimpulan yang Sama Kedua kriteria akan memberikan hasil ranking yang sama terhadap menarik tidak-

ranking yang sama terhadap menarik tidaknya suatu usulan proyek, dengan catatan berikut:

- Aliran kas proyek harus mengikuti pola yang sejenis (aliran keluar pada masa awal dan selanjutnya aliran kas masuk berkesinambungan sampai akhir umur proyek).
- Proyek berdiri sendiri dan bukan proyek yang bersifat saling meniadakan (mutually exclusive project).

2. Memberikan Kesimpulan yang Berbeda

Kriteria yang satu dapat memberikan keputusan ditolak atau diterima yang berbeda dengan kriteria yang lain bilamana terdapat hal-hal berikut:

- Pola aliran kas proyek tidak sejenis, terjadi beberapa kali perubahan tanda (+) dan (-).
- Proyek-proyek bersifat saling meniadakan.
- Proyek-proyek tersebut memiliki ukuran atau skala yang banyak berbeda.

Fakta yang perlu diperhatikan adalah bahwa NPV memberikan angka absolut sedangkan IRR memberi angka perbandingan sehingga tidak memasukkan faktor skala atau ukuran proyek. Dengan demikian, NPV dianggap lebih superior dibanding metode IRR. Oleh karena itu, metode NPV inilah yang dianjurkan untuk digunakan dalam menganalisis aliran kas rencana proyek (investasi).

Menerima, Menolak, dan Rangking

Telah disebutkan sebelumnya bahwa analisis dengan memakai salah satu metode diskonto (NPV, IRR) dapat memberikan hasil yang sama mengenai diterima atau ditolaknya usulan proyek, tetapi belum tentu metodemetode tersebut memberikan urutan rangking yang sama. Sedangkan untuk proyek-proyek yang bersifat saling meniadakan, rangking ini amat penting untuk menentukan pilihan. Beberapa faktor yang dapat menghasilkan urutan rangking berbeda adalah umur dan ukuran proyek yang bersangkutan. Analisis di bawah ini akan menjelaskan hal tersebut.

Misalnya, proyek *a* dan *b* mempunyai profil NPV masing-masing sebagai berikut:

Proyek a

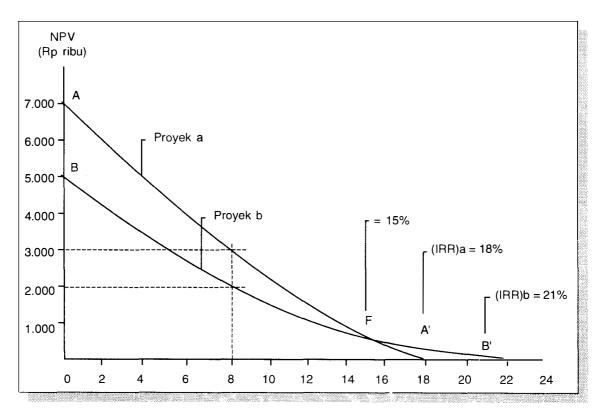
Pada nilai i = 0 maka besar NPV = Rp7.000. Untuk (NPV)a = 0 diperoleh arus pengembalian (i)a = (IRR)a = 18%.

Untuk (NPV)a = Rp3.000 arus pengembalian (i)a = 8%.

Di titik potong F, (NPV)a = (NPV)b = Rp900 dengan (i)a = 15%.

Proyek b

Pada nilai (i)b = 0 maka besar (NPV)b = Rp5.000.



Gambar 7-13 Arus diskonto (i).

Aspek Finansial 147

Untuk (NPV)b = 0 diperoleh (i)b = (IRR)b = 21%.

Untuk (NPV)a = Rp2.000 arus pengembalian (i)b = 8%.

Di titik potong F, (NPV)a = (NPV)b = Rp900 dengan (i)b = 15%.

AF dengan BF:

Di zona ini (NPV)a > (NPV)b, tetapi (IRR)a < (IRR)b, sehingga untuk sifat proyek yang saling meniadakan akan terjadi konflik dalam memilih atau menentukan *rangking* antara keduanya.

FA' dengan FB':

Di zona ini (NPV)b > (NPV)a dan (IRR)b > (IRR)a. Dengan demikian, tidak terjadi kon-

flik dalam memilih atau menentukan rangking.

Proyek a dan b Secara Keseluruhan

Bila harus memilih antara menerima atau menolak salah satu dari proyek *a* dan *b* secara keseluruhan maka perlu kembali kepada prinsip proyek: mana yang paling besar dapat menaikkan keuntungan perusahaan, yaitu, yang memiliki NPV lebih besar. Dalam hubungan dengan contoh di atas, terlihat bahwa pada angka *i* antara 0–15% proyek *a* lebih dominan dari *b*, sedangkan untuk *i* hanya dominan pada rentang yang kecil (antara 15–18%), sehingga secara total proyek *a* lebih menarik.

Dari contoh di atas terlihat bahwa angka i menentukan besar NPV, sehingga dalam memilih proyek (investasi) bergantung pada besar i atau tingkat keuntungan yang dikehendaki.

7-3 Risiko Finansial

Salah satu masalah penting yang berkaitan dengan penyusunan anggaran modal untuk investasi membangun proyek adalah mengevaluasi risiko. Investor akan melihat bagaimana bentuk dan berapa besar risiko yang ada sebelum bersedia menanamkan modalnya. Perusahaan selalu berusaha mencari keseimbangan yang paling baik antara tingkat keuntungan yang akan diperoleh dan risiko yang dihadapi.

Dalam konteks ini, persoalan yang perlu dipecahkan adalah bagaimana menentukan atau memilih skala yang tepat hubungan antara tingkat keuntungan dengan risiko yang menyertainya. Untuk menyederhanakan analisis suatu usulan proyek pada pembahasan terdahulu digunakan asumsi berikut:

- Risiko proyek yang diusulkan mempunyai karakteristik dan kompleksitas sama satu dengan yang lain, bahkan juga dianggap sama dengan risiko perusahaan yang memiliki, sehingga pada kriteria seleksi dipakai arus diskonto yang sama besarnya.
- 2. Pada waktu menyusun aliran kas (jumlah biaya pertama, pendapatan, dan pengeluaran) didasarkan atas estimasi kondisi

di waktu yang akan datang yang mencakup kurun waktu selama unit yang dibangun masih beroperasi dan berproduksi secara ekonomis. Sejauh ini digunakan pendekatan sederhana, yaitu membuat asumsi dasar, dan menyusun angka aliran kas. Estimasi demikian tentu banyak menghadapi hal-hal yang belum pasti (uncertainty) dan mengandung risiko. Unsur risiko ini belum diperhitungkan pada pembahasan terdahulu.

Mengingat bahwa pada kenyataan sesungguhnya proyek mempunyai risiko yang berbeda-beda, demikian pula adanya fakta besarnya unsur-unsur ketidakpastian yang dihadapi dalam menyiapkan perkiraan aliran kas yang bersangkutan, maka pada sub bab ini faktor risiko akan dimasukkan dan diperhitungkan untuk meneliti menarik atau tidaknya suatu usulan proyek. Pembahasan pertama adalah pengertian tentang risiko, dilanjutkan dengan identifikasi risiko yang melekat pada suatu proyek dan hubungannya dengan risiko perusahaan pemilik. Kemudian diakhiri dengan mencoba mengukur risiko yang relevan dengan proyek.

Arti dan Macam Risiko Finansial Proyek

Secara umum arti risiko dikaitkan dengan kemungkinan (probabilitas) terjadinya peristiwa di luar yang diharapkan. Bila investor menanam modal untuk mendirikan usaha, tujuannya adalah memperoleh keuntungan di masa depan. Pada saat yang sama juga memahami adanya risiko menerima kurang dari yang diharapkan. Semakin besar kemungkinan rendahnya keuntungan atau bahkan rugi, makin besar risiko usaha tersebut.

Secara spesifik, batasan risiko suatu proyek adalah variabilitas pendapatan sebagai dampak dari variasi aliran kas masuk dan ke luar selama umur investasi yang bersangkutan. Variasi ini erat hubungannya dengan ketidaktepatan dalam mengambil prakiraan perihal, misalnya tingkat penyerapan pasar atas produk yang dihasilkan, kemajuan teknologi di masa depan, tingkat harga, kualitas dan kuantitas peralatan maupun material yang diperlukan, dan lain-lain. Sehubungan dengan hal tersebut di dalam teori finansial dikenal asumsi bahwa sebagian besar investor berpandangan sejauh mungkin menghindari risiko (risk averse). Ini bukan berarti mereka menolak menghadapi risiko, tetapi mengharapkan tingkat keuntungan yang lebih tinggi bagi investasi yang lebih besar risikonya.

Macam Risiko Proyek

Dalam menyiapkan anggaran modal proyek, jenis risiko dikelompokkan sebagai berikut:

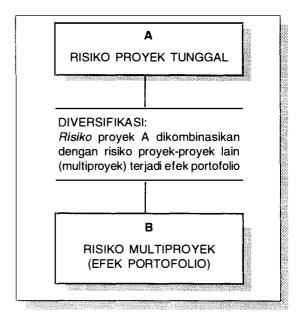
Risiko Proyek Tunggal

Di sini yang dilihat hanya risiko yang melekat pada proyek itu sendiri, atau dengan kata lain melihat karakteristik hubungan antara risiko dan keuntungan, terlepas dari faktor ada atau tidaknya proyek lain di dalam perusahaan pemilik. Risiko proyek macam ini kadang-kadang dinamakan stand alone risk.

Risiko Kombinasi Multiproyek

Bila perusahaan pemilik mempunyai multiproyek maka risiko masing-masing akan berkombinasi. Ini disebut risiko "portfolio".

Kedudukan risiko proyek tunggal dengan multiproyek dapat dilihat pada Gambar 7-14.



Gambar 7-14 Risiko proyek atau investasi.

A. Mengukur Risiko

Secara konvensional mengkaji besarnya risiko, dilakukan dengan menganalisis aliran kas investasi yang bersangkutan, yaitu, variabilitas aliran kas di masa mendatang terhadap aliran kas yang diharapkan. Persoalan ini umumnya dicoba dipecahkan dengan teori probabilitas dan kurva distribusi. Di sini disadari bahwa aliran kas di masa mendatang tidak mungkin diketahui secara pasti, tetapi distribusi probabilitasnya dapat diperkirakan. Dengan demikian, dicoba untuk mengukur atau mengkuantitaskan unsur risiko yang seringkali hanya diutarakan secara kualitatif.

Konsep Probabilitas dan Kurva Distribusi

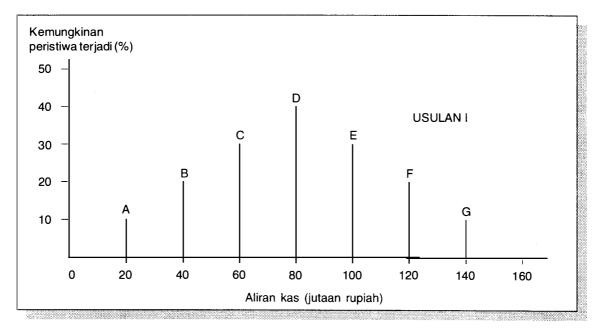
Pada dasarnya konsep probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (uncertainty), yang berarti juga risiko, dan mencoba menjelaskannya secara kuantitatif. Penggambaran dengan memakai kurva distribusi akan mempermudah pengertian masalah tersebut. Karena risiko proyek ditunjukkan oleh variabilitas aliran kas, maka dalam melakukan analisis risiko dibuat beberapa aliran kas untuk berbagai macam kondisi dan kemudian kuta memperkirakan kemungkinan

hasil yang terjadi. Pembahasan mengenai konsep probabilitas ini terdapat pula pada Bab 13. Bila sumbu horisontal pada Gambar 13-11 Bab 13 menyatakan kurun waktu maka di sini sumbu horisontal menyatakan aliran kas, dan sumbu vertikal yang menyatakan kemungkinan peristiwa yang bersangkutan terjadi. Dengan memakai angka-angka seperti pada Tabel 7-9 akan didapat kurva distribusi seperti pada Gambar 7-15 dan Gambar 7-16.

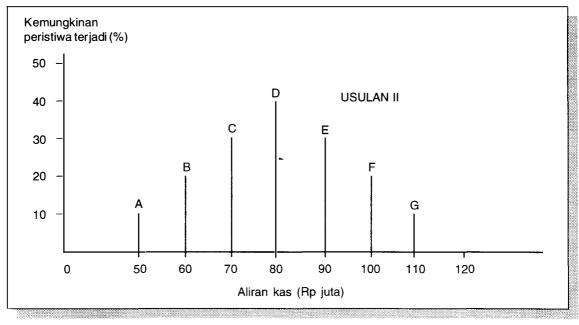
Selanjutnya ditinjau usulan proyek yang ditunjukkan oleh Gambar 7-16. Peristiwa yang memiliki aliran kas sebesar Rp80 juta kemungkinan terjadinya adalah sebesar 40 persen. Jadi, sama dengan usulan I, tetapi dengan rentang (A – G) yang lebih kecil (110 – 50 = 60) daripada usulan I (140 – 20 = 120). Bila risiko dikaitkan dengan probabilitas distribusi aliran kas maka usulan proyek I mempunyai risiko yang lebih tinggi daripada

Tabel 7-9 Probabilitas terjadinya peristiwa dan nilai aliran kas yang bersangkutan.

PERISTIWA	TERJADINYA PERISTIWA DAN NILAI ALIRAN KAS			
Situasi Permintaan Pasar	Probabilitas Terjadinya Peristiwa (%)			
	(70)	Usulan I	Usulan II	
A. Amat lemah	10	20.000	50.000	
B. Lemah	20	40.000	60.000	
C. Sedang	30	60.000	70.000	
D. Cukup	40	80.000	80.000	
E. Kuat	30	100.000	90.000	
F. Amat kuat	20	120.000	100.000	
G. Istimewa	10	140.000	110.000	
	160			



Gambar 7-15 Kurva distribusi aliran kas usulan I.



Gambar 7-16 Distribusi aliran kas usulan II.

usulan proyek II. Dengan demikian, usulan proyek II lebih menarik untuk diterima.

Nilai yang Diharapkan

Setelah membuat kurva distribusi yang menggambarkan hubungan probabilitas terjadinya suatu peristiwa terhadap aliran kas, untuk menganalisis risiko lebih lanjut perlu diketahui 2 parameter yang penting dari konsep probabilitas dan kurva distribusi. Kedua parameter tersebut adalah nilai yang diharapkan (expected value) dan deviasi standar (standard deviation). Keduanya amat luas pemakaiannya untuk mengkaji risiko proyek. Misalnya, harus memilih aliran kas proyek dari sejumlah aliran kas yang mungkin terjadi, caranya adalah menghitung nilai yang diharapkan, yaitu sebesar bobot rata-rata tertimbang dikalikan kemungkinan aliran kas yang terjadi. Rumusnya adalah sebagai berikut:

$$\overline{(CF)}t = \sum_{x=1}^{n} (CF)xt \times (P)xt$$
 (7-18)

di mana,

 $\overline{(CF)}t$ = Nilai aliran kas yang diharapkan (CF)xt = Aliran kas untuk kemungkinan ke-x, periode t

(*P*)*xt* = Probabilitas kemungkinan peristiwa (aliran kas) terjadi

n = Jumlah peristiwa (aliran kas)yang terjadi pada periode t

Dalam menggunakan rumus di atas, harus ditentukan terlebih dahulu angka (*P*)*xt*, yaitu, persentase (%) kemungkinan peristiwa yang dimaksudkan itu terjadi, sehingga perhitungan aliran kas yang bersangkutan dapat dilakukan. Contoh berikut ini akan mempermudah kita memahami konsep di atas.

Contoh Soal

Pada masa mendatang (selama umur proyek/investasi) diperkirakan permintaan produk yang dihasilkan proyek dapat mengalami berbagai kemungkinan. Misalnya, permintaan pasar lemah dengan kemungkinan peristiwa tersebut terjadi adalah 10%, permintaan sedang dengan kemungkinan terjadi 20%, permintaan kuat dengan kemungkinan terjadi 30%, dan akhirnya permintaan tinggi dengan kemungkinan peristiwa itu terjadi 40%. Hitunglah besar aliran kas yang diharapkan bila masing-masing peristiwa di atas memiliki aliran kas berturut-turut sebesar Rp200 juta, Rp250 juta, Rp400 juta, dan Rp500 juta.

Jawaban

Buatlah tabel masing-masing peristiwa di atas dan kemudian hitung aliran kas yang diharapkan pada kolom 4.

Untuk menghitung aliran kas yang diharapkan, gunakan Rumus 7-18 berikut:

$$(\overline{CF})t = (0,10)(200 \text{ juta})+(0,20)(250 \text{ juta})+(0,30)$$

(400 juta)+ (0,40)(500 juta)

- = 20 juta + 50 juta + 120 juta + 200 juta
- = Rp390 juta.

Deviasi Standar dan Varians

Deviasi standar (S) adalah pengukuran variabilitas distribusi berdasarkan ilmu statistik, sedangkan angka varians, (V) adalah pangkat dua dari deviasi standar, dengan rumus sebagai berikut.

$$S = \left[\sum_{r=1}^{n} \{ (CF)xt - (CF)t \}^2 \times (P)xt \right]^{\frac{1}{2}}$$
 (7-19)

$$V = S^{2} = \sum_{r=1}^{n} \{(CF)xt - (CF)t\}^{2} \times (P)xt \qquad (7-20)$$

Deviasi standar menunjukkan keketatan distribusi probabilitas. Misalnya, kita ingin melihat deviasi standar (S) dari aliran kas pada Tabel 7-10. Pertama-tama kita kurangkan (*CF*)*t* dari (*CF*)*xt*, kemudian pangkatkan dua, lalu kalikan dengan (*P*)*xt*. Untuk mendapatkan jumlah total dijumlahkan seperti pada kolom (3), akhirnya hitung akarnya.

Koefisien Varians

Cara lain untuk mengukur risiko adalah menggunakan angka koefisien varians (CV), yaitu rasio antara deviasi standar (S) dengan nilai yang diharapkan. Koefisien varians (CV) amat berguna untuk melihat bila usulan yang dikaji berbeda baik nilai yang diharapkan (misalnya, NPV) maupun deviasi standarnya.

$$(CV) = \frac{(S)}{(NPV)}$$

NPV yang Diharapkan dan Deviasi Standar yang Bersangkutan

Setelah memahami konsep probabilitas dan kurva distribusinya maka langkah selanjutnya menggunakan konsep tersebut untuk mengkaji prospek usulan proyek berdasarkan kriteria seleksi NPV yang diharapkan atau (NPV)_{-exp}. Untuk aliran kas yang mempunyai korelasi sempurna (*perfectly corelated*) di mana setiap tahun hubungannya adalah linier maka digunakan rumus berikut:

$$\overline{\text{(NPV)}} = \sum_{t=1}^{n} \frac{\overline{CF}t}{(1+i)^{t}} - I$$

$$(S)_{-npv} = \sum_{t=1}^{n} \frac{(S)t}{(1+i)t}$$

di mana,

 $\overline{(NPV)}$ = NPV yang diharapkan

 $\overline{(CF)}t$ = Aliran kas yang diharapkan untuk tahun t

Tabel 7-10 Contoh data untuk menghitung aliran kas yang diharapkan.

Situasi Permintaan	Kemungkinan Terjadi (%)	Aliran Kas pada Kemungkinan yang Terjadi (Rp)	Aliran Kas yang Diharapkan (Rp)
Pasar	(P)xt	(CF)xt	(CF)t
Permintaan lemah	10,0	200	20,0
Permintaan sedang	20,0	250	50,0
Permintaan kuat	30,0	400	120,0
Permintaan tinggi	40,0	500	200,0
			390,0

(CF)xt - (CF)t (1)	(2) = (1) ²	$(3) = (2) \cdot (P)xt$	Deviasi standar S (4) = akar (3) ^{1/2}
200 - 390 = -190	36.100	3.610	
250 - 390 = -140	19.600	3.920	
400 - 390 = 10	100	30	
500 - 390 = 110	12.100	4.840	
		12.400	$(12.400)^{1/2} = 111,35$

Tabel 7-11 Contoh menghitung deviasi standar.

i = Bunga

I = Biaya pertama

 $(S)_{-nvv}$ = Deviasi standar dari NPV

(S)t = Deviasi standar aliran kas untuk tahun t

B. Metode Pengukuran Risiko Proyek Tunggal

Beberapa metode yang lazim untuk mengukur risiko proyek tunggal adalah *decision tree*, simulasi, dan analisis sensitivitas.

Decision Tree

Suatu metode yang sering dipakai untuk menghadapi masalah yang kompleks yang berlangsung secara berurutan dalam suatu periode tertentu adalah metode decision trees. Disebut demikian, karena penggambarannya seperti sebuah pohon dengan cabang dan ranting yang semakin banyak. Keputusan berurutan disajikan sebagai cabang dan ranting yang dimulai dari titik keputusan awal "meluncur" sampai titik keputusan akhir. Setiap cabang atau ranting menunjukkan satu seri ke-

putusan dan kemungkinan terjadinya peristiwa (event). Keputusan ditentukan dengan mengkaji nilai yang diharapkan dari cabang atau ranting yang bersangkutan. Jadi, penyajian metode ini memiliki unsur-unsur berikut:

• Titik Keputusan Awal (1)

Di sini terjadi pemilihan alternatif dan pengambilan keputusan.

• Titik Kemungkinan (2)

Di sini terjadinya peristiwa dengan probabilitas tertentu cabang atau ranting.

• Cabang atau Ranting

Cabang atau ranting adalah garis yang menghubungkan titik-titik keputusan.

• Hasil Alternatif

Hasil yang diharapkan (*expected value*) masing-masing alternatif ditunjukkan di ujung cabang ranting.

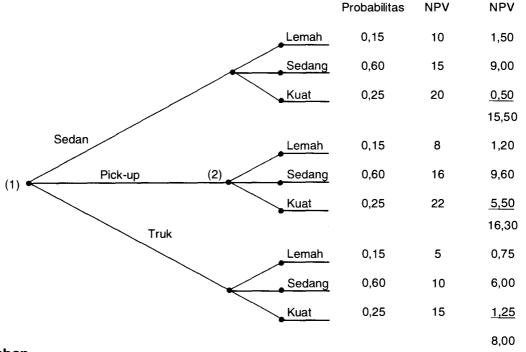
Contoh soal berikut ini menjelaskan hal tersebut.

Contoh Soal

Suatu perusahaan sedang mempertimbangkan 3 alternatif proyek (investasi) perakitan kendaraan (sedan, pick-up dan truk). Jumlah produksinya tergantung permintaan pasar yang diperkirakan.

Bila probabilitas masing-masing permintaan pasar dan NPV seperti tertera pada tabel di bawah, analisislah 3 alternatif di atas dengan menggunakan metode *decision tree*.

	Probabilitas Peristiwa	NP	√ Aliran Kas (Rp jı	uta)
Permintaan Pasar	Tersebut Terjadi (%)	Sedan	Pick-up	Truk
Lemah	0,15	10	8	5
Sedang	0,60	15	16	10
Kuat	0,25	20	22	15
	1,00			



Jawaban

Berdasarkan analisis dengan metode decision tree terlihat alternatif proyek asembling pick-up mempunyai prospek paling baik, dengan NPV yang diharapkan tertinggi, yaitu Rp16,3 juta.

Pengkajian yang diperlihatkan oleh contoh tersebut masih merupakan langkah awal analisis dengan metode decision tree. Untuk menganalisis proyek/investasi secara tuntas dengan metode tersebut dikenal suatu probabilitas awal, probabilitas bersyarat, dan probabilitas gabungan untuk kemudian analisis lebih jauh dengan menghitung deviasi standar untuk mencari alternatif terbaik.

Simulasi

Dalam mengkaji risiko usulan proyek dapat digunakan metode simulasi. Pendekatan ini memberikan kesempatan untuk memperkirakan nilai yang diharapkan, misalnya dari NPV, tingkat keuntungan, serta kurva distribusinya. Lebih-lebih dengan dukungan kemajuan teknologi komputer dimungkinkan mengadakan simulasi dengan banyak variabel untuk berbagai macam kondisi ekonomifinansial yang berkaitan dengan proyek.

Dengan demikian, simulasi merupakan metode yang penting untuk menangani ketidakpastian dalam proses penyusunan anggaran biaya modal maupun sebagai alat bantu pengambilan keputusan. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas, J. V. Horne dan J. M. Wacowichz (1992) menjelaskan langkahlangkah simulasi menganalisis aliran kas

usulan proyek bidang industri sebagai berikut:

Langkah 1: Variabel proyek dibagi menjadi 3 kategori yaitu analisis pasar, analisis biaya investasi, dan biaya operasi-produksi.

Langkah 2: Setiap kategori diperinci menjadi beberapa faktor.



Langkah 3: Keempat faktor analisis pasar memberikan perkiraan penjualan per tahun. Analisis biaya produksi dapat diperinci menjadi biaya operasi danbiaya tetap per tahun. Keenam faktor tersebut kemudian dikombinasikan untuk membuat perkiraan pendapatan per tahun.

Langkah 4: Bila ketiga faktor analisis biaya investasi dikombinasikan dengan Langkah 3, akan diperoleh cukup informasi guna membuat *trial run* menghitung NPV aliran kas.

Langkah 5: Ulangi proses *trial run* berulangulang sampai mendapat gambaran hasil yang cukup jelas. Hitung NPV dari kombinasi 9 faktor di atas.

Langkah 6: Resultan NPV digambarkan ke dalam grafik probabilitas (probabilitas peristiwa terjadi versus NPV) sehingga dapat mengidentifikasi nilai NPV yang diharapkan dan dispersi yang bersangkutan.

Analisis Kepekaan atau Sensitivitas

Telah dijelaskan sebelumnya, studi kelayakan proyek dibuat berdasarkan sejumlah asumsi. Hal ini disebabkan karena banyak faktor ketidakpastian mengenai situasi dan kondisi di masa depan. Asumsi yang digunakan dipilih dari alternatif-alternatif yang dianggap paling baik menurut data dan prakiraan masa itu. Mudah dimengerti bahwa keputusan yang diambil akan berlainan bila asumsi yang dipakai berbeda atau berubah. Sebagai contoh, keputusan untuk mendirikan pabrik semen didasarkan atas asumsi harga rata-rata Rp10.000 per sak selama umur investasi. Keputusan mungkin berlainan bila memakai asumsi Rp7.000 per sak. Oleh karena itu, studi kelayakan aspek finansial-ekonomi memerlukan suatu analisis sensitivitas (sensitivity analysis), lebih-lebih bagi proyek (investasi) yang berumur panjang (10-15 tahun).

Jadi, analisis sensitivitas bermaksud mengkaji sejauh mana perubahan unsur-unsur dalam aspek finansial-ekonomi berpengaruh terhadap keputusan yang dipilih. Di sini akan terlihat sensitif tidaknya keputusan yang diambil terhadap perubahan unsur-unsur tertentu. Apabila nilai unsur tertentu berubah dengan variasi yang relatif besar tetapi tidak berakibat terhadap keputusan, maka dapat dikatakan keputusan tersebut tidak sensitif terhadap unsur yang dimaksud. Sebaliknya, bila terjadi perubahan kecil saja sudah mengakibatkan perubahan keputusan maka dinamakan keputusan tersebut sensitif terhadap unsur yang dimaksud. Dengan memahami arti sensitivitas di atas, maka kita dapat memilih unsur-unsur mana yang perlu mendapat analisis sensitivitas sebelum diambil keputusan akhir.

Sensitivitas Aliran Kas

Dalam rangka mengkaji kelayakan aspek finansial-ekonomi, untuk suatu usulan proyek (investasi) lazimnya dilakukan analisis sensitivitas proyeksi aliran kas selama siklus investasi akibat kemungkinan perubahan berbagai unsur atau kondisi. Unsur-unsur tersebut dapat berupa perubahan harga bahan mentah, biaya produksi, menciutnya pangsa pasar, turunnya harga produk per unit, ataupun terhadap bunga pinjaman.

C. Memasukkan Unsur Risiko ke Dalam Proyek atau Investasi

Dari ulasan di atas terlihat bahwa anggaran modal untuk proyek dapat mempengaruhi risiko perusahaan. Namun demikian, masih dirasa sukar untuk menghitung secara akurat bagaimana "memasukkan" unsur risiko ter-

Contoh Soal

Berapa jauh sensitivitas NPV terhadap besarnya bunga pinjaman dana investasi 8%, 9%, 10%, 11%, dan 12% per tahun?

Jawaban

Dengan menggunakan rumus untuk menghitung NPV dan nilai sisa:

NPV =
$$\sum_{t=1}^{n} \frac{(Ci)t}{(1+r)^{t}} - (Cf) + \frac{SV}{(1+r)^{n}}$$

di mana,

NPV = Nilai sekarang neto

(Ci)t = Aliran kas masuk akhir tahun ke-tn = Umur unit usaha hasil investasi

r = Arus pengembalian (rate of return)

= Waktu

(Cf) = Investasi awal (biaya pertama) =

aliran kas keluar

SV = Nilai sisa

Perhitungan aliran kas masuk adalah sebagai berikut:

$$(Ci)t = K(L - M)$$

di mana,

K = Jumlah unit terjual per tahun

L = Harga per unit

M = Biaya produksi per unit

Bila dimasukkan angka-angka untuk variabel di atas maka:

K = 20.000 unit

L = Rp63 M = Rp40

I = Rp2.000.000

n = 5 tahun

SV = Rp400.000

Persamaannya menjadi sebagai berikut:

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \frac{460.000}{(1+t)^{t}} - (2.000.000) + \frac{400.000}{(1+t)^{n}}$$

Bila kita masukkan nilai r = 8%, 9%, 10%, 11%, dan 12% akan menghasilkan angka-angka (tidak memasukkan angka depresiasi) berikut:

Bunga (r)	NPV
8%	+108.900
9%	+49.200
10%	-7.800
11%	-62.000
12%	-115.000

Terlihat bahwa dengan bunga 8% maupun 9% diperoleh nilai NPV positif, sedangkan 10% ke atas angka NPV negatif. Berarti bunga sebesar 10% ke atas tidak dapat dipilih.

Jadi, dengan mengadakan analisis sensitivitas diperoleh indikasi risiko terhadap unsur-unsur yang terkait sehingga dapat diadakan penelitian lebih jauh.

sebut secara kuantitatif ke dalam proses penyusunan anggaran modal. Untuk mengatasinya diusahakan dengan menggunakan metode-metode berikut:

- Metode certainty equivalent.
- Metode risk adjusted discount rate.

Metode Certainty Equivalent-CE

Metode ini memberi kesempatan penyesuaian tingkat keuntungan untuk mencerminkan adanya risiko yang mungkin berubah setiap tahunnya dalam proses anggaran modal. Dalam kaitannya dengan usulan proyek, penyesuaian ini amat berguna bila manajemen ingin melihat kemungkinan adanya perubahan tingkat risiko estimasi aliran kas dari tahun ke tahun selama umur proyek. Rumus untuk metode ini adalah sebagai berikut:

$$\overline{CE} = \sum_{t=0}^{n} \frac{\overline{(a)}t \times (\overline{CF})t}{(1+i)^{t}}$$
 (7-12)

di mana,

CE = Nilai certainty equivalent yang diharapkan

 $(\vec{a})t$ = Faktor certainty equivalent

 (\overline{CF}) = Aliran kas yang diharapkan pada periode t

i = Tingkat keuntungan bebas risiko (risk-free rate)

n = Jumlah tahun selama umur proyek

Faktor (a)t inilah yang mencerminkan pandangan pengambil keputusan terhadap tingkat risiko aliran kas yang besarnya antara 0 sampai dengan 1. Nilai (a)t = 1 berarti bebas risiko, seperti tabungan deposito, obligasi, dan lainlain. Dengan demikian, usulan aliran kas dapat diterima tanpa adanya penalti koreksi. Dalam hal ini semakin kecil angka (a)t berarti semakin besar risiko menurut para pengambil keputusan. Kendala yang dihadapi dalam praktek penggunaan metode ini adalah kesulitan dalam menentukan besarnya faktor (a)t yang dianggap wajar. Salah satu jalan keluarnya adalah dengan cara melihat kembali catatancatatan proyek atau perusahaan yang telah lalu dan menganalisis berbagai faktor yang berkaitan dengan metode di atas.

Seperti halnya dengan metode NPV, usulan proyek dengan nilai CE positif dapat diterima dan bila negatif ditolak. Di samping itu, parameter CE dapat dipakai untuk membuat batasan tertentu, misalnya suatu usulan yang probabilitasnya kurang dari sekian persen untuk mencapai angka CE positif tidak akan dipertimbangkan. Dengan demikian, kita lebih bisa memperketat batasan pemilihan alternatif usulan.

Risk Adjusted Discount Rate-RADR

Dasar pemikiran metode ini adalah usulan proyek yang mempunyai variabilitas lebih

besar dalam distribusi probabilitas tingkat keuntungannya (jadi risikonya lebih besar) harus dikenakan arus diskonto yang lebih besar juga. Di sini usulan proyek-proyek dengan risiko yang berbeda mempunyai arus diskonto yang berbeda-beda besarnya. Lebih jauh diperinci sebagai berikut:

- Proyek dengan tingkat risiko normal, menggunakan angka arus diskonto sama besar dengan angka rata-rata tertimbang biaya modal perusahaan.
- Proyek dengan tingkat risiko di atas normal, menggunakan arus diskonto lebih tinggi.
- Proyek dengan tingkat risiko di bawah normal, arus diskontonya lebih rendah dari arus tertimbang rata-rata perusahaan.

Yang dimaksud dengan tingkat risiko normal adalah sama dengan tingkat risiko rata-rata perusahaan.

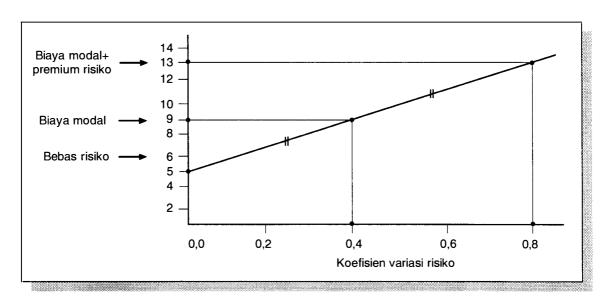
Rumus untuk menghitung RADR adalah sebagai berikut:

$$r' = i + r + r''$$
 (7-22)

di mana,

r' = Risk adjusted discount rate

 r = Adjustment (penyesuaian) untuk arus normal perusahaan



- r'' = Adjustment (penyesuaian) untuk risiko di atas atau di bawah arus normal
- *i* = Tingkat keuntungan bebas risiko

Bila disajikan dengan grafik, konsep RADR akan terlihat pada Gambar 7-17.

Proyek dengan tingkat risiko normal dan tidak mengubah struktur risiko perusahaan, misalnya mempunyai angka koefisien variasi risiko (kvr) = 0,4 maka angka arus diskonto atau tingkat keuntungannya adalah sebesar 9 persen. Bila *risiko* lebih besar, misalnya kvr = 0,8 maka RADR menjadi 13 persen, yaitu biaya modal ditambah premi risiko. Adapun arus diskonto bebas risiko (misalnya 6 psersen) adalah di bawah biaya modal perusahaan.

Daftar Historis

Umumnya perusahaan yang telah beroperasi cukup lama memiliki catatan-catatan arus diskonto yang dihubungkan dengan tingkat risiko. Catatan seperti ini amat berguna untuk memperhitungkan analisis pendahuluan dalam mempersiapkan anggaran modal. Tabel 7-12 adalah contoh beberapa arus diskonto berdasarkan tingkat risiko menurut S. B. Block dan G. A. Hirt (1990).

D. Diversifikasi dan Efek Portofolio

Seperti telah disebutkan pada awal bab ini bahwa di samping risiko proyek tunggal, juga dikenal risiko multiproyek, yaitu risiko bila perusahaan memiliki lebih dari satu proyek. Untuk menilai risiko kombinasi dari multiproyek digunakan konsep portofolio. Pada dasarnya konsep ini menjelaskan bahwa bila ada beberapa proyek dalam suatu perusahaan, maka akan timbul portofolio risiko dari proyek-proyek tersebut, yang besarnya dipengaruhi oleh risiko masing-masing proyek tunggal dan besarnya hubungan antara proyek-proyek tunggal tersebut. Bila tepat memilih karakteristik dari masing-masing proyeknya maka efek portofolio akan dapat menurunkun risiko secara keseluruhan.

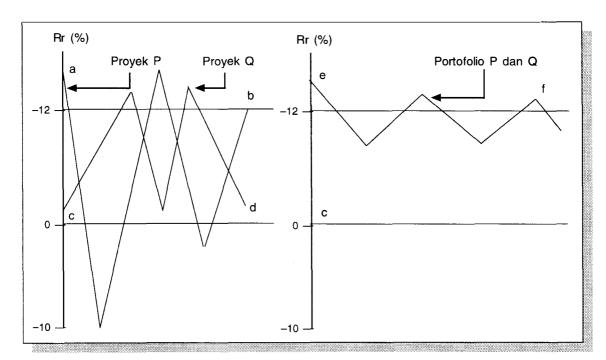
Diversifikasi

Dengan latar belakang adanya efek portofolio yang dapat menurunkan risiko secara keseluruhan inilah maka perusahaan-perusahaan melakukan diversifikasi, karena dengan diversifikasi yang tepat (diversifikasi efisien) fluktuasi tingkat risiko akan dapat saling menghilangkan. Dalam kurva distribusi akan terlihat bahwa standar deviasi sekumpulan proyek/investasi akan cenderung kurang dibandingkan dengan deviasi standar proyek tunggal. Gambar 17-18 memberikan keterangan lebih lanjut konsep di atas.

Proyek P mempunyai tingkat keuntungan dengan pola turun-naik yang amat tajam, di-kombinasikan dengan proyek Q yang pola turun naiknya tidak terlalu tajam dengan korelasi antara keduanya negatif akan menghasilkan proyek P dan Q yang dispersinya berkurang dibanding sebelum P dan Q dikombinasikan. Jadi dapat dikatakan bahwa tujuan diversifikasi adalah menyebar (spreading) risiko pada sejumlah proyek/investasi.

Tabel 7-12 Contoh pengaruh risiko terhadap besar diskonto.

Tingkat Risiko	Jenis Pekerjaan	Diskonto (%)
Rendah atau bebas risiko	Perbaikan rutin mesin dan peralatan	6,0
Risiko sedang	Pekerjaan perbaikan pertama mesin-mesin baru	8,0
Risiko normal	Penambahan/modifikasi fasilitas yang telah ada	10,0
Risiko agak tinggi	Produk baru pada pasar yang telah dikenal	12,0
Risiko tinggi	Pasar 100 persen baru	16,0
Risiko amat tinggi	Produk baru pada pasar yang masih asing	20,0



Gambar 7-18 Fluktuasi tingkat keuntungan proyek tunggal dan multiproyek.

Manfaat dari diversifikasi dalam hal mengurangi risiko, dapat terjadi bilamana kedua proyek tersebut tidak berkorelasi positif, seperti terlihat pada Gambar 7-18. Berdasarkan pengertian ini maka perusahaan harus berusaha memilih proyek dengan karakteristik sedemikian rupa sehingga bila dikombinasikan akan dapat mengurangi risiko perusahaan secara keseluruhan.

RINGKASAN

- Rencana aliran kas, dan bukan laporan rugi-laba atau neraca keuangan, dipakai sebagai model analisis pengkajian kelayakan proyek dan aspek finansial-ekonomi.
- Dalam rangka menyusun aliran kas, langkah pertama adalah membuat perkiraan biaya pertama, biaya operasi dan produksi, di samping pengeluaran dan pemasukan yang lain. Adapun komponen pokok biaya operasi dan produksi terdiri dari pengeluaran-pengeluaran untuk pengadaan bahan mentah, kompensasi dan pegawai, serta utiliti.
- Profitabilitas merupakan faktor penting dalam mengkaji kelayakan investasi. Dalam hubungan ini analisis titik impas akan memberikan informasi penting untuk mengetahui hubungan probabilitas, jumlah (kuantitas) produk, harga satuan produk, dan biaya tetap maupun tidak tetap. Dengan demikian, dapat diperkirakan jumlah produksi atau penjualan untuk mencapai target laba tertentu bila telah diketahui biaya tetap dan tidak tetapnya.
- Khusus dalam menyusun aliran kas proyek (investasi) perlu diperhatikan sifatnya yang harus *incremental*, melihat *opportunity cost*, dan perhitungannya didasarkan pada pendapatan setelah dipotong pajak (*earning after income tax*).
- Konsep depresiasi adalah konsep yang membebankan nilai perolehan aset yang menyebar sepanjang tahun selama fungsi aset dianggap masih produktif. Konsep ini amat besar

pengaruhnya terhadap perhitungan pajak. Dikenal bermacam-macam metode depresiasi, tetapi perusahaan umumnya memilih metode depresiasi yang sifat berat ke depan sehingga meringankan aliran kas selama awal masa operasi/produksi.

- Nilai waktu dari uang mempunyai hubungan yang erat dengan kriteria seleksi. Hal ini disebabkan karena bagi dunia usaha, satu rupiah saat ini lebih berharga daripada di waktu yang akan datang.
- Dalam rangka mengkaji kelayakan proyek dari segi finansial, proyek dikelompokkan menjadi proyek dengan modal terbatas dan modal tak terbatas. Proyek dengan modal tak terbatas dibagi menjadi proyek mandiri dan proyek saling meniadakan. Yang terakhir ini selanjutnya terdiri dari proyek yang berumur sama, berumur berbeda, dan skala berbeda.
- Kriteria seleksi dapat digolongkan menjadi 2 kelompok. Kelompok pertama yang tidak memperhitungkan nilai waktu dari uang (periode pengembalian, ROI), sedangkan kelompok kedua memperhitungkan nilai waktu dari uang (NPV, IRR, IP, BCR).
- Meskipun metode periode pengembalian dan ROI diakui banyak kelemahannya tetapi sampai saat ini masih sering digunakan, terutama bagi proyek-proyek yang relatif sederhana dan berskala tidak besar. Hal ini disebabkan karena amat praktis dan mudah memakainya.
- NPV memberikan angka absolut sedangkan IRR, IP dan BCR angka relatif. Metode mana yang akan dipakai bergantung pada tujuan yang ingin diketahui. Untuk meningkatkan kekayaan perusahaan pada umumnya metode NPV dianggap superior dibanding yang lain.
- Untuk mengadakan "ranking" proyek yang saling meniadakan, penggunaan metode NPV dan IRR dapat memberikan kesimpulan yang berbeda. Dalam hal demikian, perlu diteliti lebih jauh mengenai besarnya angka diskonto (i) yang diinginkan dan perlu tidaknya proyek dipecah menjadi beberapa bagian.
- Pada keadaan modal terbatas (*capital rationing*) maka pemilihan proyek-proyek diarahkan pada proyek-proyek yang memiliki angka NPV terbesar yang tidak melewati plafon.
- Secara umum arti risiko terkait dengan kemungkinan (*probabilitas*) terjadinya peristiwa di luar yang diharapkan. Dalam konteks ini, risiko proyek/investasi adalah variabilitas pendapatan sebagai dampak dari variasi aliran kas masuk dan keluar selama umur proyek/investasi.
- Pengukuran kuantitas risiko didekati dengan konsep probabilitas dengan parameterparameter varians dan deviasi standar.
- Macam risiko proyek dikelompokkan menjadi risiko proyek/investasi tunggal dan kombinasi multiproyek (investasi) atau dikenal sebagai risiko portofolio.
- Teknik yang lazim untuk mengkaji risiko proyek tunggal adalah dengan menggunakan decision tree, analisis sensitivitas, dan simulasi.
- Risk adjusted discount rate dan certainty equivalent adalah metode yang dipakai untuk "memasukkan" unsur risiko ke dalam proses penyusunan biaya modal.

SOAL LATIHAN

- 1. Jelaskan bahwa aliran kas merupakan salah satu informasi yang penting di samping neraca dan laporan rugi-laba. Jelaskan pula hubungan dan fungsi ketiga laporan keuangan tersebut.
- 2. Mengapa analisis dalam mengkaji kelayakan proyek diarahkan kepada:
 - a. Aliran kas dan bukan laporan rugi laba akuntansi?
 - b. Aliran dana setelah pajak?
 - c. Aliran kas incremental?

- 3. Depresiasi bukan merupakan aliran kas yang sesungguhnya, tetapi pengaruhnya cukup besar dalam perhitungan aliran kas. Jelaskan hal tersebut!
- **4.** PT Tonari mempunyai pendapatan kotor (*gross profit*) Rp800 juta dan depresiasi sebesar Rp75 juta. Sedangkan PT Ekadarma mempunyai pendapatan kotor Rp900 juta dan perhitungan depresiasi \$100 juta. Pengeluaran administrasi kedua perusahaan tersebut masing-masing sebesar Rp20 juta dan Rp30 juta. Buatlah aliran kas kedua perusahaan tersebut bila besar pajak adalah 3,5%.
- 5. Suatu perusahaan pelayaran yang memiliki 6 kapal, selalu meremajakan armadanya setelah 8 tahun beroperasi. Nilai perolehan sebuah kapal Rp180 juta, sedangkan ongkos-ongkos lain (ijin, penambahan perlengkapan, dan lain-lain) sebesar Rp20 juta per kapal. Pendapatan perusahaan rata-rata Rp1,6 miliar per tahun. Kali ini baru 5 tahun beroperasi tetapi separuh dari jumlah kapal tersebut telah dijual untuk diganti dengan jumlah yang sama dengan maksud menghemat bahan bakar. Harga penjualan Rp70 jtua per kapal. Harga pembelian ditambah biaya-biaya lain kapal baru Rp220 juta per kapal. Penghematan diperkirakan sebesar Rp50 juta per kapal per tahun. Pada akhir masa depresiasi (8 tahun) terdapat nilai sisa 10% dari nilai perolehan. Buatlah aliran kas perusahaan yang bersangkutan mulai tahun ini sampai 8 tahun mendatang, bila pajak perusahaan 25% dan digunakan perhitungan depresiasi SL.
- 6. Sebutkan kriteria seleksi untuk proyek tunggal. Manakah di antara kriteria tersebut yang dianggap *superior*, dan mengapa dikatakan demikian?
- 7. Untuk penyusunan *ranking* usulan investasi (*proyek*) dapat digunakan NPV dan/atau IRR dan IP, tetapi terdapat kondisi tertentu yang dapat mengarah kepada kesimpulan berbeda. Jelaskan hal tersebut serta kondisi-kondisi yang dimaksud.
- 8. Suatu proyek/investasi mempunyai aliran kas setelah pajak sebagai berikut:

Tahun	Jumlah (Rp juta)
Biaya pertama	25,0
1	8,0
2	12,0
3	14,0
4	17,0
5	18,0

Hitunglah arus pengembalian internal?

- 9. Seorang pengusaha ingin membangun perusahaan listrik dengan modal pertama sebesar Rp800 juta. Biaya diperkirakan Rp75 juta per tahun. Hitung total jumlah (Rp) rekening listrik yang minimal harus ditagih kepada langganan per tahun bila diinginkan arus pengembalian sebesar 8%. Perusahaan diharapkan mampu berproduksi 15 tahun dengan nilai sisa Rp50 juta.
- 10. Suatu perusahaan membuat studi untuk memecahkan masalah transportasi pegawai. Terdapat dua pilihan. Pertama, membeli sejumlah kendaraan bus dan dioperasikan sendiri. Sehubungan dengan hal tersebut, diperlukan biaya pembelian 4 buah bus sebesar Rp750 juta dengan biaya operasi Rp80 juta setahun dan diperkirakan bisa menutupi kebutuhan selama 6 tahun. Pilihan lain membuat kontrak dengan perusahaan pengangkutan. Kontrak ini bernilai Rp120 juta per tahun selama 3 tahun berturut-turut, dengan pembayaran setiap akhir tahun. Buat analisis rencana mana yang terbaik untuk dipilih bila digunakan arus pengembalian sebesar 1%.
- 11. Jelaskan bagaimana usaha mengkuantifikasi unsur risiko dalam menyiapkan anggaran modal dengan konsep probabilitas, rumus-rumus varians, dan deviasi standar.

- **12.** Apa kegunaan yang spesifik dari analisis sensitivitas dalam mempersiapkan modal suatu proyek.
- 13. Analisis ekonomi memberikan petunjuk mengenai investasi A dan B sebagai berikut:

Situasi Ekonomi	Kemungkinan Terjadi (%)	Arus kas pada kemun	gkinan yang terjadi
	rerjaur (70)	Α	В
Lesu	28	150.000	200.000
Baik	44	250.000	350.000
Sedang	28	160.000	300.000

Anda diminta menghitung besar arus kas yang diharapkan dari A dan B.

14. Rencana investasi A dan B kemungkinan menghasilkan NPV sebagai berikut:

	Kemungkinan	NPV (Rp jut	
Situasi Ekonomi	Terjadi (%)	Α	В
Buruk Baik	60 40	22,0 35.0	45,0 30,0

Anda diminta menghitung besar NPV yang diharapkan untuk A dan B.

8

Aspek Sosial Ekonomi

ejauh ini pembahasan biaya dan manfaat proyek berkisar pada segi finansial yang melihat apakah proyek yang diusulkan akan dapat memikul kewajiban membayar kembali dana yang digunakan dan memenuhi tingkat keuntungan yang diharapkan. Atau lebih spesifik, tinjauan dikaitkan dengan tujuan finansial suatu usaha sektor swasta yang menginginkan peningkatan kekayaan perusahaan yang dicerminkan oleh kenaikan nilai saham ekuitas. Dalam pada itu, terdapat satu macam tinjauan lain yang menitikberatkan pada analisis aspek sosial ekonomi (ASE). Aspek ini didasarkan pada landasan yang lebih luas, yaitu melihat biaya dan manfaat proyek dari sudut kepentingan sosial atau masyarakat secara menyeluruh. Karena lingkup dan tujuannya adalah kepentingan sosial atau masyarakat yang dapat diasosiasikan dengan kepentingan nasional suatu negara, maka mudah dimengerti bahwa

pendekatannya akan penuh dengan implikasi politik dan filosofi. ASE terutama digunakan untuk mengkaji kelayakan proyek-proyek publik (public projects) yang umumnya disponsori pemerintah, seperti pembuatan bendungan, saluran irigasi, jalan, jembatan, pelabuhan, perbaikan perkampungan, lingkungan hidup, dan lain-lain.

Dari lingkup dan tujuannya terlihat bahwa ASE akan menyoroti masalah yang beraneka ragam dengan aspeknya yang amat luas. Bab 8 akan menyajikan garis besar beberapa masalah pokok yang berkaitan dengan pengkajian aspek sosial ekonomi, yang minimal harus diketahui oleh pengelola proyek. Dalam bab ini akan diidentifikasi perbedaan ASE dibanding pengkajian aspek finansial, latar belakang pemikiran yang melandasinya, beberapa teknik dan metode analisis yang dipakai, termasuk penyesuaian-penyesuaian yang diperlukan.

8-1 Benefit, Disbenefit, dan Biaya

Telah disebutkan di atas bahwa ASE melihat masalah lebih luas, misalnya sewaktu meneliti dan menyusun arus kas dalam rangka mengkaji kelayakan proyek, lingkup penelitian meliputi keseluruhan manfaat (benefit), beban (disbenefit), dan biaya (cost) yang timbul sebagai dampak adanya proyek dilihat dari masyarakat atau negara. Jadi, tidak terbatas hanya pada biaya pertama, pendapatan, pengeluaran untuk operasi dan produksi seperti yang telah dibahas sejauh ini. ASE suatu proyek dianggap menarik bila manfaat melebihi biayanya, sehingga perlu diklasifikasi apa saja yang termasuk sebagai benefit, disbenefit, dan biaya.

Benefit

Benefit adalah segala bentuk keuntungan atau manfaat yang diterima oleh masyarakat. Benefit dapat berupa arus kas atau bentuk lain, seperti jembatan hasil proyek yang membuat perhubungan antara kedua tepi sungai menjadi lebih cepat dan aman atau perbaikan kampung.

Disbenefit

Disbenefit atau beban adalah kerugian yang ditanggung oleh masyarakat akibat adanya suatu proyek. Sebagai contoh, terjadinya pencemaran udara akibat asap yang dikeluarkan oleh instalasi industri hasil proyek.

Biaya

Biaya adalah pengeluaran untuk pelaksanaan proyek, operasi, serta pemeliharaan instalasi hasil proyek. Contohnya adalah biaya untuk membangun jalan raya, mengoperasikannya, dan memeliharanya.

Pendapatan

Pendapatan adalah semua arus kas masuk yang berasal dari pelayanan atau penjualan produk dari fasilitas publik hasil proyek. Misalnya, pendapatan yang berasal dari langganan listrik, transportasi, rekreasi, dan lain-lain.

Umumnya tidak terlalu sulit untuk mengidentifikasi benefit dan disbenefit suatu proyek, tetapi tidak demikian halnya bila harus mengkuantifikasi dalam bentuk angka-angka yang konkret. Adapun perbandingan tujuan arus kas sektor swasta dan sektor publik dapat disingkat seperti terlihat pada Tabel 8-1.

Rumus yang Digunakan

Pada Bab 7 telah dibahas rumus untuk menghitung BCR (benefit cost ratio). Rumusrumus tersebut dikembangkan lebih lanjut, misalnya dengan memasukkan unsur disbenefit. Selanjutnya, dikenal rumusrumus yang disebut BCR konvensional dan BCR modifikasi.

a. BCR Konvensional

$$BCR = \frac{Benefit - Disbenefit}{Biaya}$$
$$= \frac{B - D}{C}$$

Tabel 8-1 Perbandingan sumber dan tujuan dana serta arus kas sektor swasta dengan publik.

	Arus Kas	Sektor Swasta	Sektor Publik/Umum
1.	Biaya Pertama		
	Arus masuk	Dari investor swasta	Dari pemerintah (pajak, pinjaman, dana bantuan) dan/atau badan sponsor
	Arus keluar	Untuk membiayai pembangunan proyek	Untuk membiayai pembangunan proyek
2.	Pendapatan		
	Arus masuk	Dari penjualan produk/jasa fasilitas yang dibangun proyek	Bila ada, dari penjualan produk/jasa fasilitas yang dibangun proyek
3.	Biaya		
	Arus keluar	Untuk membiayai produk/jasa yang dijual, termasuk operasi/ produksi dan pemeliharaan	Sama dengan pada sektor swasta
4.	Benefit	_	Keuntungan/kemudahan manfaat yang diterima masyarakat dari proyek
5.	Disbenefit	_	Dampak tidak menyenangkan yang dialami masyarakat karena hasil proyek

Contoh Soal

Suatu yayasan yang bergerak dalam upaya meningkatkan swadaya masyarakat ingin mengolah limbah dari pabrik penggergajian kayu menjadi bahan bakar briket yang secara praktis dapat dipakai di dapur-dapur rumah tangga. Untuk biaya investasi ini yayasan menerima bantuan dari pemerintah untuk periode 10 tahun sejumlah Rp60 juta. Dengan adanya proyek tersebut, nantinya diharapkan akan dicapai penghematan bahan bakar (yang semula memakai BBM) sebesar Rp20 juta setahun. Untuk membantu kelancaran proyek tersebut perlu dialihkan sebagian dana sebesar Rp7 juta setahun selama 10 tahun, yang semula dialokasikan untuk penelitian pemanfaatan limbah menjadi produk lain. Bila tingkat pengembalian 6% per tahun untuk dana yang berasal dari bantuan, apakah rencana investasi tersebut layak disetujui?

Jawaban

Perhitungan didasarkan pada nilai sekarang anuitas (A/PV, i, n). Dengan menggunakan tabel Apendiks II untuk i = 6% dan n = 10 diperoleh:

Biaya investasi Rp60 juta dalam 10 tahun setara dengan Rp60 juta \times (0,1359) = Rp8,15 juta/tahun.

Benefit = Rp20 juta/tahun Disbenefit = Rp7 juta/tahun

Memakai rumus BCR Konvensional maka

$$BCR = \frac{B-D}{C} = \frac{20-7}{8,15} = 16$$

Karena BCR >1 maka usulan investasi dapat diterima.

b. BCR Modifikasi

BCR - mod. =

Biaya pertama

Biaya pertama

$$= \frac{B - D (R - C)}{I}$$

c. BCR Modifikasi Dapat Pula Dinyatakan Sebagai Berikut.

$$BCR - mod. = \frac{B - Disbenefit - (C)op.}{I}$$

Pada rumus ini pendapatan telah termasuk ke dalam *benefit*.

di mana,

BCR = Perbandingan benefit terhadap biaya

B = Nilai sekarang *benefit*

D = Nilai sekarang disbenefit

C = Nilai sekarang biaya (cost) di luar

I = Biaya pertama

(C)op = Biaya operasi dan produksi

B, D, C maupun R dalam kedua rumus di atas dapat dinyatakan dalam nilai sekarang (PV), atau nilai tahunan (*anuitas*). Penggunaan kedua rumus tersebut mungkin menghasilkan angka rasio yang berbeda, tetapi tidak mengubah keputusan diterima tidaknya suatu usulan proyek. Adapun penggunaan kriteria *BCR* adalah sebagai berikut:

 $BCR > 1 \rightarrow$ usulan proyek diterima $BCR < 1 \rightarrow$ usulan proyek ditolak

-2 Sistematika Analisis

Untuk menganalisis prospek proyek dari aspek sosial ekonomi, S. Curry dan J. Weiss (1993) serta UNIDO (1978) mendekati dengan

pertama-tama melihat secara keseluruhan (total proyek). Ini disusun dalam suatu lembaran aliran sumber daya proyek (project resource flows statement—PRF), yang meliputi semua manfaat dan biaya proyek (cost-benefit analysis) termasuk pendapatan, biaya pertama, biaya operasi, dan modal kerja yang dinyatakan dalam harga pasar. Langkah berikutnya membuat analisis dengan menggunakan harga semu, yaitu seandainya tidak ada distorsi terhadap harga pasar. Bila diperlukan dapat dianalisis lebih lanjut dampaknya terhadap saving, dan pemerataan pendapatan. Sistematika ini bisa dilihat pada Tabel 8-2.

Contoh Aliran Sumber Daya Proyek (PRF)

Berikut ini adalah contoh PRF suatu proyek dengan biaya pertama Rp8 miliar, modal kerja Rp2 miliar, dengan biaya operasi dan produksi per tahun selama 10 tahun akan menghasilkan jumlah pendapatan seperti pada Tabel 8-3.

Untuk menyederhanakan analisis pada Tabel 8-3 diasumsikan bahwa pabrik baru mencapai produksi penuh setelah tahun ke-3 operasi yang diikuti oleh kenaikan biaya pengadaan bahan mentah, upah tenaga kerja dan utiliti, demikian pula jumlah pendapatan tahunan. Pada akhir umur investasi terdapat recovery modal kerja dan tidak ada nilai sisa aset.

Berbagai Penyesuaian

Sebelumnya telah disebutkan bahwa terdapat perbedaan antara analisis aspek finansial berdasarkan harga pasar dengan ASE yang sumber pokoknya adalah sebagai berikut:

a. Pajak

Dilihat dari pandangan pengusaha swasta, pajak merupakan bagian dari biaya yang harus dikurangkan dari pendapatan, sedangkan dari kacamata analisis sosial ekonomi pajak hanyalah pemindahan pembayaran dari satu sektor kegiatan ekonomi ke pemerintah yang akan dipakai ke sektor lain. Di dalam PRF butir ini tidak dikurangkan dari manfaat karena dianggap hanya sebagai transfer dari perputaran ekonomi nasional.

b. Subsidi

Dilihat dari analisis finansial, subsidi berarti adanya penambahan masukan biaya proyek. Dilihat dari sudut pandang ASE, subsidi juga dianggap sebagai transfer, misalnya dari pemerintah diambilkan dari sektor ekonomi nasional lain. Faktor yang harus diperhatikan dalam hal ini adalah dampaknya dapat mempengaruhi harga barang-barang hasil proyek. Bila demikian halnya maka perlu ada penyesuaian, misalnya ditambahkan kepada harga produk dari proyek yang bersangkutan.

c. Ketidaksempurnaan Pasar

Seringkali hal tersebut terjadi karena adanya intervensi peraturan atau proteksi dari pihak pemerintah.

d. Konsep Consumer/Producer Surplus

Konsep ini mencoba menjelaskan kemungkinan perubahan harga produk atau bahan baku sewaktu terjadinya proyek. Harga

Tabel 8-2 Sistematika analisis S. Curry dan J. Weiss serta UNIDO.

Sistematika Analisis

- Menyusun aliran sumber daya (resource flows) dengan harga pasar
- Menggunakan harga semu pada aliran sumber daya (memakai faktor konversi-CF)
- Mengukur manfaat proyek berdasarkan kontribusinya terhadap tabungan (saving) dan pemerataan pendapatan

Dipakai untuk Evaluasi

- Proyek dari segi modal keseluruhan (total capital point of view)
- · Proyek dari sudut efisiensi
- · Proyek dari sudut sosial ekonomi

Tabel 8-3 Aliran sumber daya proyek (Project Resource Flow-PRF).

	Tahun					
	0	1	2	3	9	10
1. Biaya pertama						
 Menyiapkan lahan (site preparation) 	(1.200)					
Mesin & peralatanGedung & bangunan	(5.300) (1.500)					
Subtotal	(8.000)					
2. Modal kerja	(2.000)					2.000
3. Biaya Operasi dan Produ	ıksi					
 Material 		2.000	2.300	2.500	2.500	2.500
 Tenaga kerja 		500	500	550	550	500
 Utiliti 		500	700	950	950	950
 Overhead 		800	_800	<u>1.000</u>	1.000	1.000
Subtotal		3.800	4.300	5.000	5.000	5.000
4. Pendapatan		4.800	5.500	6.500	6.500	6.500
5. Aliran sumber daya neto	(10.000)	1.000	1.200	1.500	1.500	3.500

produk turun karena penambahan pasokan di pasar, atau harga bahan-bahan baku naik karena meningkatnya permintaan dari berdirinya pabrik baru.

e. Dampak Eksternal

Dampak eksternal dapat positif atau negatif yang keduanya harus diperhitungkan dari segi ASE. Contohnya adalah mendirikan jembatan penyeberangan yang menggantikan perahu tambang. Segi positifnya adalah memperlancar arus barang, sedangkan negatifnya menghilangkan mata pencaharian bagi para tukang perahu tambang.

f. Pemerataan Pendapatan

Di negara-negara sedang berkembang, masalah ke mana hasil proyek didistribusikan dalam kelompok masyarakat amatlah sensitif. Semakin besar hasil proyek yang dinikmati oleh kelompok miskin menjadi semakin baik. Bila dari segi pengkajian finansial (perusahaan swasta) hal demikian tidak menjadikan kriteria seleksi, lain halnya dengan ASE yang perlu menyoroti masalah tersebut secara lebih mendalam.

g. Tabungan (Saving)

Dari segi manfaat sosial ekonomi diperhatikan pula adanya saving, terutama bagi negara-negara sedang berkembang yang umumnya amat memerlukan modal untuk investasi. Oleh karena itu, proyek-proyek yang mendorong adanya saving lebih dihargai daripada yang hanya untuk konsumsi.

Dalam beberapa literatur analisis, butirbutir *a*, *b*, *c*, *d*, dan *e* sering diasosiasikan sebagai analisis aspek ekonomi, sedangkan *f* dan *g* sebagai analisis aspek biaya dan manfaat sosial.

8-3 Harga Semu

Telah dibahas sebelumnya bahwa untuk mempermudah pendekatan pengkajian ASE maka pertama-tama disusun lembaran aliran sumber daya (PRF). Pada giliran selanjutnya, ASE menginginkan agar input dan output dianalisis dengan menggunakan harga semu (shadow price). Hal ini disebabkan karena pada umumnya struktur harga pasar (terutama di

negara yang sedang berkembang) bukan semata-mata terbentuk oleh adanya persaingan yang sepenuhnya bebas, tetapi masih disertai dan dipengaruhi berbagai intervensi dan peraturan. Oleh karena itu, diperlukan penyesuaian di sana-sini. Intervensi ini dapat berupa hal-hal sebagai berikut:

- Menetapkan harga dan distribusi berbagai macam komoditi.
- Memberlakukan peraturan skala gaji minimum.
- Menetapkan nilai tukar mata uang.
- Macam-macam peraturan yang bertujuan meratakan pendapatan.

Besarnya penyesuaian bergantung pada pandangan penilai proyek terhadap besarnya penyimpangan harga pasar dibanding nilai dan manfaat yang sesungguhnya. Harga semu ini terkait dengan konsep yang menjadi latar belakangnya. Adapun harga semu dinyatakan dengan menggunakan:

1. World Price Numeraire

Menilai dampak proyek dengan harga pasar dunia (PD), yang dinyatakan langsung dalam mata uang asing (foreign exchange-FE).

2. Domestic Price Numeraire

Di sini dampak proyek dinyatakan dalam unit harga domestik. Bila dinyatakan dalam world price numeraire, faktor-faktor yang perlu diperhatikan adalah konsep trade ability, border pricing, dan upah tenaga kerja. Analisis harga semu dapat dipermudah jika tersedia angka faktor konversi (CF), yaitu angka yang mencerminkan perbandingan harga semu dengan harga pasar.

Tradeability

Dalam hal ini dapat diklasifikasi menjadi dua, yaitu komoditi *tradeable* dan *non trade-* able. Termasuk dalam klasifikasi tradeable adalah komoditi yang dihasilkan atau diperlukan oleh proyek yang mempunyai dampak terhadap neraca pembayaran negara (balance of payment) karena barang tersebut dapat diimpor/diekspor atau substitusi impor/ekspor. Adapun komoditi non tradeable dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti sifat fisiknya yang mempunyai berat jenis tinggi sehingga tidak sebanding antara nilai barang dengan biaya transportasinya, atau komoditi yang sengaja diproduksi untuk keperluan domestik. Peranan pemerintah dalam kebijakan perdagangan seringkali amat menentukan jenis komoditi yang termasuk dalam masing-masing golongan di atas.

Komoditi *Tradeable* dan Penentuan Harga Paritas

Harga komoditi tradeable adalah harga berdasarkan pasar dunia, yang terjadi pada pelabuhan masuk arus perdagangan suatu negara. Harga paritas adalah harga komoditi pada lokasi pabrik. Jadi, masih diperlukan tambahan biaya transportasi, pengurusan, dan lain-lain agar harga di pelabuhan masuk tersebut menjadi harga paritas.

Tenaga Kerja

Perhitungan biaya untuk tenaga kerja adalah sebagai berikut:

- Bila jumlahnya melimpah (excess supply), tenaga kerja dinilai berdasarkan jumlah penerimaan di tempat semula yang ditinggalkan sebelum bergabung dengan proyek dan dikonversikan ke PD.
- Bila permintaan tenaga kerja melebihi jumlah penawaran, dinilai berdasarkan harga pasar dan disesuaikan dengan PD.
- Tenaga asing dibayar dengan valuta asing dan pengeluaran lokal dikonversi ke PD.

8-4

Pengambilan Keputusan atas Dasar Harga Pasar dan Harga Semu

Pada awal bab ini telah dibahas bahwa hasil analisis finansial (menggunakan harga pasar) terhadap satu usulan investasi dapat berbeda dengan ASE (menggunakan harga semu). Hal ini akan lebih jelas terlihat pada contoh sederhana berikut ini:

Contoh Soal

Suatu rencana proyek investasi dengan biaya pertama (harga pasar) Rp150 juta. Biaya produksi, pendapatan, dan faktor FC adalah seperti terlihat pada Tabel 8-4 di bawah ini. Rencana tersebut dievaluasi lebih lanjut dengan menggunakan harga semu. Anda diminta untuk mengkaji kemungkinan diterima atau ditolaknya usulan tersebut bila arus pengembalian ditentukan sebesar 9%.

Untuk mengkaji diterima atau ditolaknya usulan proyek di atas, digunakan kriteria seleksi metode NPV. Dengan n = 7 dan i = 9% diperoleh PV harga pasar dan harga semu, kemudian dihitung NPV yang bersangkutan.

PV (harga pasar) = $37 \times (5,033) = 186,2$ NPV (harga pasar) = 186,20 - 150,0 = 36,2PV (harga semu) = $25 \times (5,033) = 125,8$ NPV (harga semu) = 125,8 - 131,0 = -5,2

Terlihat bahwa dengan memakai harga pasar diperoleh NPV positif, jadi usulan dapat diterima. Sedangkan dengan harga semu NPV-nya adalah negatif sehingga proyek ditolak. Dari contoh di atas maka dapat terjadi kemungkinan-kemungkinan seperti terlihat pada Tabel 8-5.

Tabel 8-4 Perhitungan dengan menggunakan harga pasar dan harga semu.

	Harga	a Pasar		Harga Semu		
Tahun	0	1–7	FC	0	1–7	
BIAYA PERTAMA						
Peralatan	70,0		0,90	63,0		
Engineer dan konstruksi	80,0		0,85	68,0		
BIAYA PRODUKSI						
Bahan mentah		22,0	0,84		18,4	
Tenaga kerja terampil		8,0	0,92		7,4	
Buruh		10,0	0,60		6,0	
Utiliti		3,0	0,80		2,4	
Total biaya:	150,0	43,0		131,0	34,2	
 Pendapatan		80,0	0,75		60,0	
Pendapatan – Biaya		37,0			25,8	
,						

Tabel 8-5 Kemungkinan perbedaan NPV pada harga pasar versus harga semu dan hubungannya dengan keputusan proyek/investasi.

	NPV dengan harga pasar	NPV dengan harga semu	Keputusan terhadap usulan investasi
1.	Positif	Positif	Diterima
2.	Negatif	Negatif	Ditolak
3.	Positif	Negatif	?
4.	Negatif	Positif	?

Aspek Sosial Ekonomi 169

Untuk hasil analisis seperti butir 1 dan 2 pada Tabel 8-5 tidak sulit untuk membuat keputusan, tetapi untuk butir 3 dan 4 tentu tidak mudah. Bila dijumpai seperti butir 3 dan 4 dapat ditelusuri sebagai berikut:

a. Butir 3

Berdasarkan harga pasar, usulan proyek dapat diterima, tetapi dari segi publik/ nasional ditolak. Ini dapat disebabkan oleh berbagai kemungkinan, di antaranya adalah proyek akan menghasilkan produk (output) yang diproteksi (dengan kuota atau tarif) sehingga harga pasar lebih tinggi dari impor. Perhitungan dengan menggunakan harga semu akan memberikan kesimpulan yang tidak menarik.

b. Butir 4

Yang terjadi di sini adalah kebalikan dari butir 3, yaitu dari sudut harga pasar proyek tidak menarik namun secara nasional dapat diterima. Hal ini terjadi misalnya, bila pemerintah menitikberatkan pengumpulan devisa dari *output* proyek, di mana struktur harga *input* dari dalam negeri berada di bawah harga pasar dunia.

Dari contoh pengkajian di atas terlihat bahwa analisis proyek berdasarkan harga pasar dan harga semu akan banyak mengungkapkan masalah. Hal ini membuat para pengambil keputusan untuk mengadakan analisis lanjutan. Selain masalah internal (teknik) proyek itu sendiri, sistem harga dan rangsangan mungkin perlu juga ditinjau kembali, misalnya suatu deregulasi oleh pemerintah. Jadi masalahnya bukan berhenti pada menerima atau menolak suatu usulan proyek tetapi mengembangkannya lebih lanjut. Karena pada dasarnya suatu proyek yang dapat diterima atas dasar harga semu akan menarik bagi kepentingan nasional secara menyeluruh maka pikirkanlah faktor-faktor yang dapat memenuhi harapan para pesertanya (pemilik, penyandang dana, pekerja, dan lain-lain) sehingga usulan proyek/investasi tersebut dapat dilanjutkan.

Faktor Konversi

Substitusi harga pasar dengan harga semu memerlukan banyak informasi. Salah satu di antaranya adalah hubungannya dengan hargaharga di pasar dunia. Untuk barang-barang impor, border price-nya sama dengan jumlah mata uang asing yang diperlukan untuk membayar di daerah yang ditentukan atau CIF (cost insurance freight). Sedangkan untuk barang ekspor digunakan harga FOB (free on board). Mengingat perhitungan harga semu didasarkan pada lokasi proyek (parity price) maka perlu dimasukkan berbagai unsur seperti transportasi, pengurusan, bea masuk, dan lain-lain. Bagi barang-barang non traded yang dipakai sebagai input proyek (investasi), seringkali perlu diadakan perincian untuk meneliti opportunity cost-nya. Demikian pula halnya untuk perhitungan biaya tenaga kerja, unsur-unsur opportunity cost perlu diteliti dan diperhitungkan. Bila informasi dan data-data di atas cukup tersedia maka mekanisme mengkonversikan harga pasar menjadi harga semu dapat dilakukan dengan menggunakan faktor konversi (conversion factor-CF). Rumusnya adalah sebagai berikut.

Harga semu = $CF \times$ Harga pasar

di mana,

CF = Faktor konversi

Tenaga Kerja

Untuk tenaga kerja digunakan pengertian yang sama, di mana berlaku rumus:

CF tenaga kerja = Opportunity cost
pada harga semu
Besar upah

Parameter Ekonomi Nasional-NEP

Di beberapa negara telah dilakukan studi untuk membuat data parameter ekonomi nasional (national economic parameter) yang antara lain memuat CF proyek (investasi). Data demikian amat berguna untuk membuat analisis kelayakan proyek dilihat dari kepentingan negara/publik secara keseluruhan. Karena sifatnya yang nasional maka dapat dipakai untuk segala macam proyek dan tidak tergantung pada sektor-sektor tertentu saja. Dengan demikian, seseorang yang hendak

		Parameter Fakto	r Konversi (CF)	
Negara	Tenaga Kerja Tidak Terlatih	Konstruksi	Listrik	Rata-rata (ACF)
Nepal	0,45	_	0,9	0,83
Kenya	0,7	0,8	0,91	0,80
India	0,6	0,53	0,69	_
Kolumbia	0,55	0,85	0,96	0,92
Jamaika	0,55	0,73	0,74	0,79
Meksiko	0,52	0,77	0,97	0,75

Tabel 8-6 Daftar parameter nasional (NEP) beberapa negara.

Sumber: Steve Curry dan John Weiss 1993 dalam Project analysis in developing countries.

mengkaji proyek langsung dapat menggunakannya. NEP yang lengkap memuat CF dari tenaga kerja terampil (*skilled labour*), tidak terampil (*unskilled labor*), *non traded sector*, ratarata standar faktor konversi (ACF), dan arus diskonto. Tabel 8-6 memuat hasil studi NEP dari beberapa negara sedang berkembang di Asia, Afrika, dan Amerika Latin antara tahun 1970-1985.

8-5 Efektivitas dan Efisiensi Pemakaian Sumber Daya

Telah dikemukakan sebelumnya bahwa pada analisis finansial, pengambilan keputusan terutama ditujukan untuk meningkatkan kekayaan perusahaan. Dengan kata lain berorientasi kepada laba. Analisis ini menggunakan perhitungan berdasarkan harga yang terbentuk oleh pasar. Di lain pihak, ASE menekankan biaya, manfaat (benefit), dan kerugian atau beban (disbenefit) dari segi masyarakat secara keseluruhan. Salah satu ciri penting proyek-proyek publik adalah manfaatnya tidak mengalir kembali ke (pemilik) proyek yang dalam hal ini adalah pemerintah, tetapi kepada masyarakat dalam bentuk yang beraneka ragam, yang sebagian dapat dinilai dengan uang sedangkan yang lainnya tidak. Jadi, dilihat dari segi pengelolaan kedua macam proyek tersebut, baik swasta maupun pemerintah bertujuan untuk mencapai penghematan biaya sebaik mungkin tetapi dengan motif yang berlainan, di mana yang pertama memaksimalkan kekayaan perusahaan dan pihak yang kedua berusaha mencapai penggunaan dana yang efektif (cost effectiveness).

Meskipun demikian, perlu dicatat bahwa dalam upaya mencapai penghematan biaya bagi sektor publik terdapat latar belakang yang acapkali menjadi pangkal rendahnya efisiensi dalam pelaksanaannya, yaitu kurang adanya iklim persaingan yang diperlukan untuk mencapai efisiensi penggunaan sumber daya. Hal ini berbeda dengan sektor swasta yang memiliki sifat persaingan yang ketat, yaitu bila salah mengambil keputusan atau pelaksanaannya kurang efisien mereka akan kalah bersaing dan dapat langsung mengalami kebangkrutan usaha. Oleh karena itu, dalam sektor publik, prosedur perencanaan dan mekanisme pengendalian untuk mencapai keefektifan biaya (cost effectiveness) perlu diperhatikan secara sungguh-sungguh.

Mengukur Keefektifan Biaya

Dalam mengkaji kelayakan proyek untuk kepentingan masyarakat, akan segera terlihat bahwa tidak semua benefit dan disbenefit-nya dapat diukur dalam satuan moneter. Misalnya, perbaikan fasilitas di perkampungan, proyek transmigrasi, pemberantasan hama atau penyakit, pengeluaran untuk pertahanan negara (mendirikan pabrik senjata), dan lainlain. Bagi proyek seperti di atas, memperkirakan jumlah biaya yang diperlukan tidak

Aspek Sosial Ekonomi 171

terlalu sulit, tetapi tidak demikian dengan benefit dan disbenefit-nya, sehingga sukar menerapkan rumus benefit-cost ratio. Sebagai jalan keluar digunakan pendekatan dengan menganalisis efektivitas pembiayaan (cost effectiveness), yaitu dinyatakan dalam rupiah per unit sasaran yang harus dicapai. Misalnya sebagai berikut:

• Proyek Pemberantasan Buta Huruf

Biaya untuk membuat melek huruf: Rupiah/orang.

Proyek Keluarga Berencana

Biaya untuk menurunkan angka kelahiran: Rupiah setiap persen penurunan angka kelahiran.

• Proyek Pelestarian Lingkungan Hidup

Biaya pengurangan aliran bahan pencemar (minyak tanah) dari kilang minyak ke sungai: Rupiah setiap ppm pengurangan minyak di air sungai yang tercemar.

Dalam menganalisis efektivitas pembiayaan, peninjauan hendaknya meliputi kurun waktu selama umur proyek (investasi) atau life-cycle cost.

Efisiensi Penggunaan Sumber Daya dan Kemampuan Mendapatkan atau Menghemat Devisa

Masih berhubungan dengan pengkajian ASE suatu usulan proyek, di negara-negara yang sedang membangun dalam rangka menghimpun devisa, di samping kriteriakriteria yang telah dibahas terdahulu juga dilihat efisiensi penggunaan sumber daya ekonomi yang tersedia dan kemampuan mendapatkan atau menghemat devisa. Kriteria ini amat berguna untuk menganalisis proyek yang menghasilkan traded good yang ingin melihat besarnya sumber daya domestik yang diperlukan untuk menghasilkan satuan unit devisa (Foreign Exchange-FE). Kriteria untuk maksud tersebut dikenal sebagai domestic resource cost-DRC, dan efective rate of protection-ERP. Secara tidak langsung keduanya bermaksud mengaitkan penilaian proyek (produk yang dihasilkan dan input yang diperlukan) dengan daya saingnya di pasar dunia. Besarnya dampak penggunaan atau pemakaian barang ini terhadap hal tersebut tergantung dari harganya di pasar dunia. Adapun benefit utamanya adalah berupa foreign exchange—FE.

Domestic Resource Cost - DRC

Proyek tersebut umumnya memakai FE untuk (pembelian) *input* dan tenaga kerja serta barang domestik dalam proses produksinya. DRC dirumuskan dengan membandingkan sumber daya domestik yang diperlukan untuk produksi terhadap FE neto, di mana FE neto adalah perbedaan harga (pasar dunia) dari *output* dengan biaya (pasar dunia) *tradeable input*. Adapun unsur-unsur produksi domestik (tenaga kerja dan komoditi *non tradeable*) dihitung atas dasar harga semu. Di sini sumber daya domestik dinyatakan dalam mata uang domestik (Rp) dan FE neto dalam mata uang asing (\$). Ditulis menjadi:

$$\frac{DRC}{Unit} = \frac{\begin{array}{c} Biaya \ dari \ sumber \ daya \\ \hline domestik \\ \hline Nilai \ output \\ proyek \end{array}} - \begin{array}{c} Nilai \ input \ dari \\ luar \ negeri \end{array}$$

Dalam menghitung sumber daya domestik hendaknya diingat bahwa harga tersebut adalah border price, jadi harus diperhatikan unsur-unsur pengangkutan, nilai tukar mata uang resmi, dan lain-lain. Ini berarti bila input yang digunakan merupakan barang impor/ substitusi impor maka perhitungan harga adalah CIF (cost, insurance, dan freight) dan bila input tersebut selama ini merupakan barang yang diekspor maka dipakai dasar perhitungan FOB (free on board). Kesulitan mungkin timbul apabila dalam non traded good atau tenaga kerja ternyata mengandung unsur opportunity cost dalam FE. Bila hal ini terjadi maka sejauh mungkin harus diuraikan menjadi unsur-unsur FE dan domestik. Hanya unsur domestik yang dipakai sebagai numerator dan unsur FE pada penyebut atau denumerator (ditambahkan pada input). Demikian pula halnya bila tenaga kerja memiliki unsur FE, maka unsur ini harus dikonversikan menjadi mata uang domestik pada harga semu. Pemakaian rumus di atas dalam hubungan diterima atau ditolaknya usulan proyek adalah sebagai berikut:

Usulan diterima bila:

$$\frac{DRC}{SER}$$
 < 1 atau $\frac{DRC}{OER}$ < 1

Usulan ditolak bila:

$$\frac{DRC}{SER} > 1 \text{ atau } \frac{DRC}{OER} > 1$$

di mana,

DRC = Domestic resource cost

SER = Nilai tukar semu

OER = Nilai tukar resmi

Bila dipakai asumsi yang sama, maka suatu proyek yang dinilai dengan kriteria DRC akan mempunyai kesimpulan (diterima atau ditolak) yang sama dengan kriteria NPV. DRC umumnya tidak dipakai untuk mengkaji *rank*-

ing. Keuntungan pemakaian DRC ialah dapat menyajikan dengan jelas efisiensi penggunaan sumber daya domestik terhadap perolehan devisa, sehingga secara efektif dapat dipakai sebagai alat bantu pengambilan keputusan dalam masalah tersebut.

Effective Rate of Protection – ERP

Kriteria ini dituliskan sebagai berikut:

$$ERP = \frac{DRC}{OER} - 1$$

di mana,

R = SER, (shadow exchange rate)

Penggunaannya adalah sebagai berikut.

- a. Usulan proyek (*investasi*) diterima bila ERP< 0.
- b. Usulan proyek (*investasi*) ditolak bila ERP > 0.

Kedua kriteria DRC dan ERP mempunyai kesimpulan evaluasi yang sama.

8-6 Arus Pengembalian

Dalam menganalisis aspek sosial ekonomi, satu masalah yang cukup sulit untuk dipecahkan adalah arus pengembalian (i) yang akan dipakai sebagai dasar perhitungan (mendiskonto) dalam rangka mengkaji kelayakan usulan proyek (investasi). Banyak pendapat yang mengomentari masalah tersebut. Menurut H. J. Lang 1989, konsensus yang banyak diterapkan selama ini adalah memilih di antara kemungkinan-kemungkinan berikut:

- Sama besar dengan suku bunga dari dana pinjaman yang dipakai untuk membiayai proyek sektor publik yang bersangkutan.
- Opportunity cost dari modal yang tersedia. Ini dengan anggapan bahwa modal yang ada pada pemerintah adalah langka sehingga penggunaannya sejauh mungkin haruslah memilih tingkat pengembalian yang tertinggi.
- Opportunity cost masyarakat yang akan mendapatkan manfaat proyek (investasi).

Umumnya terdapat perbedaan dalam menghitung arus pengembalian pada analisis, apakah memakai harga pasar atau memakai harga semu.

RINGKASAN

 Pengkajian aspek sosial ekonomi menitikberatkan pada penelitian masalah biaya (cost), manfaat (benefit), dan kerugian atau beban (disbenefit) proyek (investasi) dari sudut kepentingan masyarakat/nasional secara menyeluruh. Dalam banyak segi, hal ini mencakup faktor-faktor yang lebih luas dari sekedar aspek finansial.

- Beberapa perbedaan antara biaya dan manfaat kedua macam aspek di atas disebabkan oleh adanya ketidaksempurnaan harga pasar karena intervensi dan peraturan, seperti regulasi, subsidi, monopoli, dan lain-lain.
- Menurut konsep ASE, ketidaksempurnaan harga pasar tersebut perlu dikoreksi dengan faktor konversi (CF) menjadi harga semu atau *shadow price*, yaitu antara lain pada masalah *tradeability, border pricing*, dan upah tenaga kerja.
- Dalam mengkaji usulan proyek dipakai kriteria seleksi (misalnya, metode NPV) dengan harga pasar dapat menghasilkan kesimpulan yang berbeda bila kita memakai harga semu. Untuk itu diperlukan pengembangan atau pemikiran lebih lanjut.
- Mengkaji kelayakan proyek untuk kepentingan masyarakat akan segera terlihat bahwa benefit
 dan disbenefit-nya seringkali tidak mudah diukur dengan satuan moneter. Misalnya, proyek
 pemberantasan buta huruf, keluarga berencana, pelestarian lingkungan, dan lain-lain. Dalam
 hal demikian, umumnya didekati dengan melihat efektivitas penggunaan sumber daya,
 seperti berapa biaya untuk membuat "melek huruf" seseorang yang tadinya buta huruf.
- Satu hal yang cukup sulit dalam menganalisis aspek ASE adalah berapa besar arus diskonto (i) yang harus digunakan. Salah satu pendapat yang sering dipraktekkan adalah menggunakan angka i yang besarnya sama dengan suku bunga dana pinjaman yang dipakai untuk membiayai proyek bersangkutan.

SOAL LATIHAN

- 1. Apakah persamaan dan perbedaan antara analisis aspek finansial dengan aspek sosial ekonomi (ASE)? Mengapa timbul perbedaan tersebut?
- 2. Pada ASE dikenal adanya harga semu. Dalam hal apa saja harga semu harus diperhatikan? Sebutkan juga dasar pemikiran yang mengarah pada perlunya harga semu dalam analisis sosial ekonomi. Apakah mungkin analisis ASE (misalnya, memakai kriteria NPV) memberikan hasil yang berbeda antara penggunaan harga pasar dengan harga semu. Bila mungkin, bagaimana keputusan yang harus diambil?
- 3. Telah disadari bahwa karena berbagai sebab, terbuangnya minyak mentah ke sungai yang mengalir dekat kilang minyak mengganggu kehidupan ikan tawar di air sungai dan daerah sekitarnya. Pencegahan diusahakan dengan memasang unit pembersih minyak pada aliran aliran limbah yang menuju ke sungai. Terdapat tiga macam alat yang sedang dipertimbangkan, yaitu sebagai berikut:

Macam Alat	Biaya Pertama (Rp)	Ongkos Operasi & Pemeliharaan per Tahun (Rp)
Α	150.000.000	17.500.000
В	175.000.000	15.000.000
С	210.000.000	12.000.000

Ketiga alat pembersih di atas dapat beroperasi sampai 15 tahun dan tidak mempunyai nilai sisa. Anda diminta memilih salah satu dari alat tersebut bila ditentukan arus pengembaliannya adalah 7% dan 12%.

9

Pendanaan Proyek

ab-bab terdahulu yang membahas aspek finansial membatasi ulasan pada prinsip yang memisahkan antara keputusan investasi (investment decision) dengan keputusan pendanaan (financial decision). Namun, untuk mengkaji masalah biaya modal (cost of capital – COC), maka asumsi di atas ditinggalkan dan mulai mengaitkan keputusan investasi dengan keputusan pendanaan yaitu suatu kenyataan yang justru dialami dalam dunia usaha.

Bagi proyek yang memerlukan sejumlah besar dana, persoalan pendanaannya umumnya amat kompleks. Dari pihak perusahaan pemilik di samping harus mengupayakan agar arus pengembalian atau tingkat keuntungan minimal tidak mengubah atau menurunkan nilai (harga pasar saham) perusahaan, maka diperlukan persiapan yang seksama dari segi teknis maupun administratif. Hal ini disebabkan karena upaya mendapatkan dana melibatkan banyak kegiatan mulai dari liku-liku mencari dan memilih sumber, pola, menghitung arus pengembalian, menyusun struktur pendanaan yang optimal serta negosiasi dengan calon penyandang dana. Pemilihan pola pendanaan mencerminkan tujuan serta kepentingan spesifik pemilik setelah mempertimbangkan berbagai faktor yang sedang dihadapi. Dalam pada itu, bagi penyandang dana, apa pun macam pola yang hendak digunakan satu hal sudah jelas bahwa dia ingin yakin dana yang dipinjamkan dapat kembali sesuai perjanjian. Bahkan seringkali lebih dari itu, penyandang dana ingin melihat penggunaannya dikelola sebagai mana mestinya, dan hasilnya sesuai dengan yang direncanakan.

Bab 9 ini akan membahas masalah pendanaan proyek dimulai dengan menguraikan macam dan sumber pendanaan, keterkaitan keputusan investasi dengan keputusan pendanaan serta bagaimana menghitung biaya modal. Dilanjutkan dengan membicarakan peranan lembaga penyedia dana dan hal-hal yang umumnya ingin diketahui atau dikaji oleh lembaga tersebut sebelum mereka setuju memasok dana yang diperlukan. Sementara itu, dikenal suatu pola pendanaan yang sepenuhnya terkait dengan kelangsungan usaha unit ekonomi yang dibangun proyek, dikenal sebagai pendanaan proyek non recourse atau non recourse project financing - NRPF. Bab 9 diakhiri dengan menyinggung langkahlangkah pengajuan yang lazim untuk mendapatkan dana dari bank atau lembaga keuangan.

9-1

Sumber dan Macam Pendanaan Proyek

Modal adalah dana yang disiapkan untuk pendanaan jangka panjang. Dari mana suatu perusahaan atau badan usaha memperoleh modal untuk membiayai proyek tidak jauh berbeda dengan seseorang yang ingin membangun rumah; dana dapat berasal dari simpanan pribadi atau pinjaman atau sumber yang lain. Pada dasarnya secara potensial

tersedia berbagai macam sumber pendanaan bagi suatu perusahaan, yang dikelompokkan sebagai berikut:

1. Modal Sendiri

Modal sendiri atau equity capital dapat berasal dari:

- a. Menerbitkan saham.
- Laba yang ditahan (retained earning).

Dalam hal ini perusahaan dapat memperoleh modal dengan jalan menerbitkan saham baru atau menahan laba pada kurun waktu tertentu.

2. Sumber dari Luar/Utang

Bentuk yang paling banyak dalam golongan ini adalah utang. Utang jangka pendek atau panjang.

A. Menerbitkan Saham

Hasil penjualan dari saham yang baru diterbitkan akan merupakan dana yang dapat dipakai untuk membiayai proyek. Harga pasar suatu saham ditentukan oleh kinerja ekonomi perusahaan yang bersangkutan. Dalam pada itu pembeli menjadi pemegang saham atau disebut share holder atau stock holder. Ini berarti pemegang sertifikat ikut memiliki ekuitas perusahaan, tidak tergantung betapa pun kecilnya. Jenis saham dapat dibedakan menjadi:

1. Saham Preferen

Sesuai dengan namanya, pemegang saham jenis ini memperoleh beberapa perlakuan khusus sebagai berikut:

- Mereka menerima dividen terlebih dahulu sebelum pemegang saham biasa.
- Besar dividen tetap, tidak tergantung maju mundurnya usaha.
- Seandainya perusahaan bangkrut dan terpaksa menjual aset, mereka memiliki prioritas untuk mengklaim terlebih dahulu.
- Tidak memiliki hak suara untuk ikut menentukan kebijakan perusahaan.

2. Saham Biasa

Pemegang saham biasa (equity atau common stock) mempunyai sifat kepemilikan penuh dari perusahaan yang bersangkutan, dalam arti ikut memperoleh keuntungan dan menanggung beban atau akibat langsung dari maju mundurnya usaha sesuai dengan besar saham. Bila perusahaan maju, mereka akan menikmati naiknya dividen dan tingginya

harga saham. Mereka juga memiliki hak suara dan ikut menentukan kebijakan perusahaan. Sebaliknya, bila terjadi hal yang tidak menyenangkan, misalnya likuidasi karena bangkrut, mereka baru mendapatkan bagian setelah kewajiban perusahaan membayar kepada pihak-pihak lain terpenuhi.

B. Laba Ditahan

Dana dapat pula dihimpun dari laba ditahan atau *retained earning* dari perusahaan. Jadi, dapat dikatakan menggali dari dalam organisasi itu sendiri. Seringkali ini merupakan sumber yang penting untuk pendanaan proyek.

C. Utang

Sumber pendanaan proyek yang lain adalah pinjaman (loan). Ini terjadi bila sejumlah uang (pinjaman pokok) dipinjam dalam jangka waktu tertentu. Dalam pada itu pemberi pinjaman atau kreditor membebankan bunga dengan persentase tetap dan pembayaran kembali utang pokok sesuai syarat perjanjian. Jangka waktunya berkisar antara 5-10 tahun. Seringkali kreditor memerlukan jaminan sekuritas atas dana yang dipinjamkan. Syarat perjanjian umumnya meliputi:

- 1. Pengaturan dan jadwal pengembalian.
- 2. Adanya sekuritas bagi pihak pemberi pinjaman.
- 3. Fee dan biaya administrasi yang lain.
- 4. Bunga pinjaman.

Pinjaman atau utang dianggap tidak dipengaruhi oleh inflasi, dalam arti, sekali bunga dan cicilan pokok ditentukan jadwal dan besarnya, maka umumnya dampak inflasi telah dianggap tidak diperhitungkan lagi.

Pengaturan dan Jadwal Pengembalian

Ada beberapa cara pengaturan dan penentuan jadwal pengembalian utang.

1. Total Angsuran Menurun

Jumlah angsuran pokok tetap dengan bunga diperhitungkan dari sisa pokok. Jadi, jumlah total angsuran menurun sesuai waktu.

2. Pengembalian pada Waktu Jatuh Tempo

Di sini jumlah total pinjaman pokok dibayar kembali pada waktu jatuh tempo, yaitu pada masa akhir pinjaman.

3. Grace Period

Tenggang waktu yang diberikan sejak utang diberikan sampai dimulainya cicilan utang pokok. Struktur ini sesuai untuk proyek yang tidak menghasilkan produksi sama sekali sampai jangka waktu tertentu. Setelah menghasilkan dana maka mulailah debitor membayar kembali pinjaman.

Sekuriti Pihak Kreditor

Pemberi pinjaman selalu berusaha membatasi atau memperkecil risiko terhadap kemungkinan peminjam tidak mengembalikan uangnya sesuai perjanjian. Usaha ini umumnya diwujudkan dalam bentuk jaminan perlindungan (security) pada syarat-syarat perjanjian pinjaman.

Fee dan Biaya Administrasi

Besar maupun tata cara pembayarannya tergantung dari negosiasi. *Fee* dibebankan oleh pemberi pinjaman sebagai imbalan usaha mengatur pinjaman dan administrasinya selama periode pinjaman berlangsung.

Bunga dan Jenis Pinjaman

Besarnya persentase bunga pinjaman dapat tetap tetapi juga dapat berubah-ubah. Jumlah atau tinggi rendahnya bunga tersebut sebagian besar tergantung dari pasar uang. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah pihak pemberi pinjaman juga membebankan premium atas risiko yang dilihatnya ada pada proyek maupun peminjam.

Pinjaman dapat bersifat jangka pendek maupun panjang (lebih dari 1 tahun). Sumber dana pinjaman umumnya berasal dari bank pemerintah, bank swasta atau lembaga keuangan yang lain, seperti badan dana pensiun, dan lain-lain. Kebijakan pemberian pinjaman, misalnya dalam hal persentase bunga, agunan, dan syarat-syarat yang lain, sering berbeda antara satu bank atau lembaga keuangan dengan yang lain. Adapun jenisjenis pinjaman (utang) adalah sebagai berikut:

1. Obligasi

Macam dan sumber pendanaan yang mirip dengan pinjaman adalah obligasi. Misalnya, suatu badan pemerintah ingin memperoleh dana untuk membiayai proyek, maka ia menerbitkan sertifikat obligasi. Ini adalah dokumen yang diterbitkan oleh suatu badan sebagai ganti uang yang dipinjamnya. Di sini dicantumkan berapa besar bunga dan kapan jatuh tempo pengembalian pinjaman.

2. Kredit Deferred

Contoh pendanaan jenis ini adalah kredit pengadaan peralatan proyek. Misalnya, perusahaan pembuat (manufacturer) atau pemasok peralatan proyek menyediakan fasilitas kredit. Dalam hal ini pembayaran harga peralatan dan bunga yang diperhitungkan dapat dilakukan pada periode yang akan datang yang disetujui bersama. Pendanaan seperti ini seringkali memerlukan surat garansi bank.

3. Kredit Ekspor

Beberapa negara pengekspor peralatan dan tenaga ahli proyek memiliki badan yang mengurus kredit ekspor. Badan ini sering menawarkan pendanaan proyek dengan bunga dan syarat-syarat lain yang menarik. Hal ini memungkinkan pemilik atau sponsor proyek mendapatkan peralatan ataupun konsultan engineering dan manajemen dengan harga yang kompetitif dan dalam jumlah yang cukup.

4. Kredit Pembeli (Buyer Credit)

Proyek yang akan menghasilkan produk spesifik (misalnya, LNG) seringkali dapat menawarkan kepada pembeli suatu ikatan pembelian dengan imbalan kredit yang dapat dipakai untuk pendanaan proyek. Hal ini menguntungkan kedua belah pihak, dalam arti bagi pembeli penyediaan produk terjamin dan bagi penjual ia memperoleh dana pembangunan serta pasar yang pasti dalam jangka panjang.

Pendanaan Proyek

5. Pembelanjaan Non Recourse

Dilihat dari latar belakang jaminan untuk suatu pendanaan proyek, dikenal pendanaan yang disebut non recourse project financing (NRPF). Berbeda dengan pendanaan proyek bentuk lain yang umumnya mendapatkan dana dengan jaminan dari perusahaan pemilik atau sponsor, pemerintah, atau pihak ketiga, maka pada NRPF, tanggungan didasarkan atas kesinambungan usaha (viability) unit ekonomi hasil proyek itu sendiri dan aset unit tersebut sebagai jaminan (collateral) pembayaran kembali utang.

6. Subsidi

Bentuk lain bantuan untuk proyek dapat berasal dari subsidi atau bantuan pemerintah. Selain berupa uang dapat juga berupa tanah lokasi atau prasarana yang lain (jalan, tenaga listrik) dengan cicilan yang rendah. Misalnya, subsidi lokasi proyek sesuai dengan rencana pemerintah dalam rangka memajukan daerahdaerah yang telah mendesak keperluannya.

D. Pola BOT

Akhir-akhir ini berkembang suatu pola yang dikenal sebagai *Built, Operate, and Transfer* (BOT). Dalam pola ini kontraktor (utama)

bersama-sama perusahaan lain membentuk konsorsium yang menjadi promotor proyek. Konsorsium mengusahakan dana, mengerjakan implementasi pembangunan proyek dan mengoperasikan instalasi hasil proyek (dengan demikian, akan memperoleh pengembalian dana) sampai jangka waktu tertentu. Barulah kemudian instalasi tersebut sepenuhnya diserahkan kepada pemilik. Contoh untuk ini adalah pembangunan gedung pertokoan. Di sini pemilik menyediakan tanah, konsorsium memasok dana, membangun gedung, dan mengoperasikan sampai kurun waktu tertentu, baru kemudian diserahkan sepenuhnya kepada pemilik tanah. Konsorsium mendapatkan pembayaran atas jasa yang dikeluarkan ditambah laba dari uang sewa gedung selama pertokoan dioperasikan.

Dari uraian di atas terlihat bahwa masingmasing jenis sumber pendanaan proyek memiliki sifat dan risiko yang berbeda-beda, yang pada giliran selanjutnya akan menentukan besarnya biaya modal. Seringkali digunakan kombinasi berbagai macam sumber yang didasarkan atas alternatif, kebijakan, serta kemampuan pemilik atau sponsor proyek dalam menghadapi persyaratanpersyaratan untuk memperoleh sumber pinjaman tersebut.

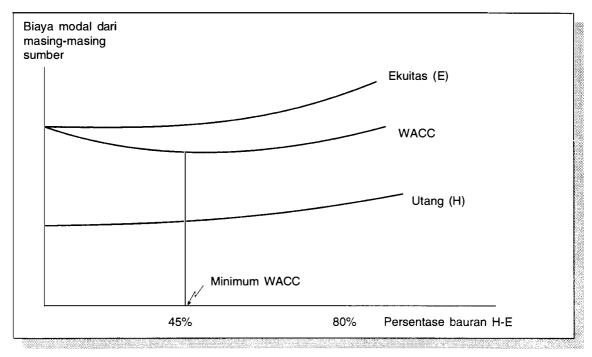
-2 Kaitan Keputusan Investasi dan Pendanaan

Setelah memahami teknik analisis finansial yang berkaitan dengan keputusan investasi seperti bagaimana menentukan menarik tidaknya suatu usulan proyek, kriteria mana yang akan diterapkan untuk membantu pemilihan alternatif, dan lain-lain, maka sudah sewajarnya bila kemudian timbul pertanyaan apakah proyek tersebut dapat menjanjikan tingkat pengembalian/keuntungan melebihi biaya modal yang digunakan? Di sinilah letaknya keterkaitan antara keputusan investasi dengan pendanaan. Karena dilihat dari segi dunia usaha, proyek hanya akan dilakukan apabila memenuhi salah satu syarat penting, yaitu tingkat keuntungan diperkirakan melebihi biaya modal (cost of capital-COC). Mekanisme hubungan antara tingkat keuntungan dengan biaya modal adalah

penggunaan angka biaya modal untuk arus diskonto (hurdle rate) pada kriteria seleksi (misalnya, NPV), di mana besar arus diskonto disamakan dengan angka biaya modal. Di sini akan terlihat apakah dengan menggunakan angka tersebut proyek menarik atau tidak untuk diterima.

Struktur Modal

Telah disebutkan di atas bahwa jenis sumber pendanaan proyek dapat digolongkan menjadi modal sendiri dan modal dari luar atau utang. Manajemen perusahaan akan menentukan bagaimana komposisi perbandingan jumlah antara keduanya (utang dan ekuitas H-E) yang menghasilkan struktur modal yang optimal, yaitu suatu struktur yang memaksi-



Gambar 9-1 Hubungan utang (H)-ekuitas (E) dalam struktur modal yang sejenis.

malkan nilai (pasar) suatu perusahaan. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan untuk mencapai optimal, termasuk di antaranya strategi usaha yang dipakai, jenis industri, pandangan pimpinan perusahaan terhadap risiko, dan lain-lain. L. T. Blank dan A. J. Tarquin (1989) menggambarkan bentuk umum bauran H-E seperti pada Gambar 9-1.

Sampai angka persentase bauran H-E tertentu, kenaikan porsi utang akan menurunkan WACC (weighted-average cost of capital)

karena adanya keringanan pajak modal dari sumber utang. Namun, bila porsi utang bertambah tinggi, *risiko* perusahaan bertambah dan akan mengalami kesulitan untuk mencari tambahan modal baru. Oleh karena itu, menentukan dan menjaga keseimbangan antara utang dan ekuitas amat penting bagi kesehatan perusahaan secara keseluruhan. Perusahaan-perusahaan mempunyai kebijakan beroperasi dengan rentang bauran H-E tertentu, misalnya, porsi utang antara 25-50 persen.

9-3 MENGHITUNG BIAYA MODAL

Mengingat proyek E-MK memerlukan dana dalam jumlah yang besar, maka umumnya melibatkan lebih dari satu macam sumber pendanaan dengan masing-masing biaya modal yang besarnya berbeda. Biaya modal adalah biaya rata-rata tertimbang atau weighted average cost of capital—WACC dari masing-masing sumber. Definisi WACC adalah tingkat keuntungan rata-rata tertimbang perusahaan yang diinginkan oleh investor. Jadi, apabila perusahaan hanya memakai dana pinjaman

dari bank untuk membiayai proyek, maka biaya modalnya adalah biaya yang timbul karena pinjaman tersebut. Sedangkan bila berasal dari modal campuran utang dan ekuitas, maka biaya modal rata-rata tertimbang dihitung dengan rumus berikut:

$$WACC = (Wh)(Kh) + (We)(Ke)$$
 (9-1)

di mana,

Pendanaan Proyek

WACC = Rata-rata biaya modal tertimbang
 Wh = Persentase bobot utang dalam OCS (optimal capital structure)
 Kh = Biaya hutang setelah pajak
 We = persentase bobot ekuitas dalam OCS (optimal capital structure)
 Ke = Biaya modal ekuitas setelah

Contoh Soal

Hitung rata-rata biaya modal tertimbang dari suatu perusahaan yang mempunyai OCS berikut:

pajak

Sumber Pendanaan	Bobot dalam OCS (%)	Biaya Modal – COC (%)
Utang Ekuitas	40 60	0,09 0,12
	100	

Maka biaya modal rata-rata tertimbang adalah:

WACC =
$$(40)(0,09) + (60)(0,12)$$

= $3,60 + 7,20 = 10,80$ atau 10,8%.

Komponen Biaya Modal Perusahaan

Telah disebutkan di atas bahwa modal perusahaan umumnya terdiri dari 2 unsur, yaitu utang atau dari dalam perusahaan sendiri. Yang dimaksud dengan utang adalah utang jangka panjang. Sedangkan dari dalam perusahaan sendiri berupa ekuitas dan laba ditahan (retained earnings). Adapun perhitungan biaya modal untuk masing-masing komponen tersebut adalah sebagai berikut:

1. Biaya Utang

$$Kh = Rh(1 - t) (9-2)$$

di mana,

Kh = Biaya modal berasal dari utang setelah pajak Rh = Suku bunga utang

t = Pajak (%)

Contoh Soal

Berapa besar biaya modal dari suatu utang yang mempunyai bunga 9% setahun? Pajak perusahaan tersebut adalah 30%.

Jawaban

Dengan menggunakan rumus (9-2) diperoleh biaya modal: (0,09)(1-0,3) = 0,063 atau 6,3%.

2. Biaya Modal Ekuitas

Biaya modal ekuitas adalah tingkat keuntungan perusahaan yang diinginkan oleh pemegang saham karena keikutsertaannya memiliki ekuitas. Rumus CAPM (*Capital Asset Pricing Model*) dapat digunakan untuk menghitung biaya modal ekuitas. Untuk itu rumusnya adalah sebagai berikut:

$$Ke = Rf + Be(Rm - Rf) (9-3)$$

di mana,

Ke = Biaya modal ekuitas

Rf = Tingkat keuntungan bebas risiko

Be = Faktor yang menunjukkan sensitivitas saham perusahaan terhadap pasar modal

Rm = Tingkat keuntungan pasar modal

Nilai Be kurang dari 1,0 apabila harga saham (ekuitas) perusahaan kurang sensitif dibanding pasar modal secara umum. Sebaliknya apabila nilainya lebih besar dari 1,0 maka saham lebih sensitif dibanding pasar modal. Dari rumus di atas mudah dimengerti bahwa salah satu kesulitan yang dijumpai adalah menentukan besarnya variabel-variabel seperti kepekaan (volatilitas), Rf, dan lain-lain. Data-data historis dapat membantu, tapi harus diperhatikan bahwa banyak kondisi di atas yang selalu bergerak (tidak statis).

Contoh Soal

Perusahaan A yang bergerak dalam sektor industri yang sangat sensitif mempunyai Be=2,0. Tingkat keuntungan di pasar modal adalah Rm=12,0% dan bunga pinjaman bebas risiko Rf=6,0%. Adapun struktur modal optimal (OCS) perusahaan tersebut terdiri dari 60% modal ekuitas dan 40% pinjaman dengan bunga 13%. Dalam pada itu, sedang dianalisis usulan proyek yang mempunyai data-data seperti berikut:

Tahun	Aliran Kas (Rp Juta)
0	-6.000
1	4.000
2	4.000
3	4.000
4	4.000
_ 5	4.000

Ditanyakan:

- a. Tingkat keuntungan perusahaan A.
- WACC dari perusahaan A apabila struktur modal yang optimal (OCS) terdiri dari 60% ekuitas dan 40% utang.

 Diterima atau ditolakkah usulan proyek yang sedang dianalisis?

Jawaban

 Tingkat keuntungan perusahaan dihitung dengan Rumus (9-3).

$$Ke = 0.06 + (2.0)(0.12 - 0.06)$$

= 0.06 + 0.12
= 0.18 atau 18.0%

b. Adapun WACC dihitung dengan Rumus (9-1).

$$WACC = (We)(Ke) + (Wh)(Kh)$$

 $WACC = (0.6)(0.18) + (0.4)(0.13) = 0.16$
 $- 16\%$

c. Untuk meneliti diterima atau tidaknya usulan proyek digunakan kriteria NPV, dengan memakai arus diskonto WACC = 16% maka dari tabel dapat diperoleh faktor diskonto = 3,274. Sehingga NPV = -6.000 + (4.000)(3,274) = +7.096.

Karena NPV positif maka usulan proyek dapat diterima.

A. Modal dari Laba Ditahan

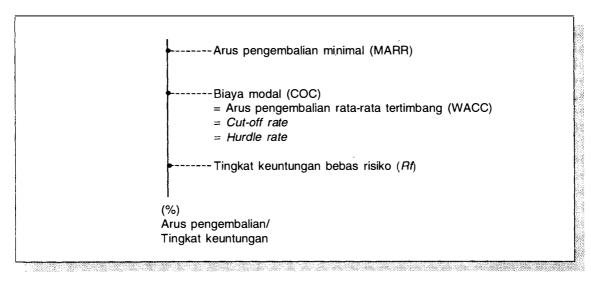
Sejumlah besar perusahaan membiayai pengeluaran untuk investasi proyek dengan modal yang berasal dari laba ditahan (retained earnings). Sepintas lalu penggunaannya seperti tidak memerlukan biaya atau bunga, tetapi karena memiliki biaya oportunitas sama dengan saham, maka dalam memperhitungkannya digunakan rumus yang sama yang berlaku untuk saham. Hanya bedanya di sini tidak perlu ada biaya flotasi, yaitu biaya untuk menerbitkan saham baru yang terdiri dari biaya administrasi, fee, dan lain-lain.

B. MARR

Di dalam mengkaji arus pengembalian atau tingkat keuntungan dikenal parameter yang disebut arus pengembalian minimal yang menarik (minimum attractive rate of return-MARR). Adapun MARR ditentukan berdasar-

kan biaya modal, yang umumnya lebih besar. Tetapi MARR dapat juga sama besar dengan biaya modal, tergantung dari penilaian manajemen perusahaan terhadap besarnya risiko proyek (investasi) yang akan spesifik. Secara skematis tingkat-tingkat tersebut terlihat pada Gambar 9-2.

Sebagai contoh, suatu perusahaan yang memiliki modal campuran dengan angka ratarata tertimbang WACC = 9 persen ingin melaksanakan suatu proyek angkutan kota (Angkot). Bila direksi perusahaan mempertimbangkan bahwa usaha Angkot penuh risiko dan menganggap perlu adanya arus pengembalian yang lebih tinggi, misalnya 12 persen, maka dikatakan MARR = 12 persen. Tetapi bila risiko dianggap tidaklah seberapa besar, sedangkan kompetisi terlalu ketat maka direksi dapat mengambil keputusan arus pengembalian cukup bila besarnya hanya sedikit di atas WACC, misalnya MARR = 9,5 persen.



Gambar 9-2 Berbagai tingkat keuntungan/pengembalian yang dipakai mengkaji kelayakan proyek.

4 Peranan Penyandang Dana

Di atas telah dibahas bahwa Bank dan Lembaga Keuangan (LK) memegang peranan penting dalam penyediaan dana untuk proyek dalam bentuk pinjaman. Tentu saja pertamatama mereka ingin yakin bahwa peminjam mampu mengembalikan dana dengan syarat yang telah disetujui. Untuk maksud tersebut mereka mengadakan pengkajian berbagai aspek yang berhubungan dengan keadaan finansial dan pengharkatan kredit (credit worthness) dari pemilik di samping kelayakan proyek itu sendiri. Bahkan bagi beberapa Bank atau LK nasional maupun internasional seperti BRI, Asian Development Bank-ADB, dan World Bank di samping bergerak dalam jasa perbankan juga mempunyai misi membina dan meningkatkan taraf hidup masyarakat.

Peranan bank tersebut tidak terbatas pada sekedar penyedia dana tetapi juga dalam bentuk yang lebih aktif. Mereka ikut membantu mencari peluang dan menilai kelayakannya. Pengkajian kelayakan proyek ini dimulai sejak awal tahap konseptual, yaitu me-review formulasi dan studi kelayakan proyek. Kemudian dilanjutkan pada tahap PP/Definisi dengan pengkajian yang lebih mendalam pada masing-masing aspek yang erat relevansinya dengan kelayakan proyek seperti

pemasaran, ekonomi, keuangan, teknik dan engineering. Demikian pula pada tahap implementasi fisik, Bank atau LK ikut memantau dengan ketat kemajuan pelaksanaan proyek. Tabel 9-1 menggambarkan peranan penyandang dana dan peminjam.

A. Studi Engineering, Perkiraan Biaya, dan Jadwal

Seringkali di atas kertas suatu proyek sudah diidentifikasi sebagai keperluan yang mendesak, misalnya kebutuhan akan bendungan, beserta pembangkit listrik tenaga air, dan jaringan irigasi yang nantinya akan mampu mengendalikan bahaya banjir, sekaligus memasok aliran listrik dan mengairi sawah. Namun demikian, keterangan terinci lain seperti kapasitas, biaya, jadwal penyelesaian ataupun aspek ekonomi dan finansial yang lain belum tergarap. Jadi, tindak lanjut berupa memformulasikan lingkup proyek dalam bentuk desain-engineering sampai rincian tertentu berikut perkiraan biaya dan jadwal masih diperlukan, sehingga dapat ditarik kesimpulan dari aspek ekonomi dengan lebih realistis. Umumnya pengerjaan kegiatan seperti ini diserahkan kepada konsultan.

Tabel 9-1 Kegiatan penyandang dana dan peminjam sepanjang siklus proyek.

Siklus Proyek		Kegiatan yang Terjadi		eserta yang erperan	Hasil Utama
1.	ldentifikasi Proyek	Review prioritas nasional/ sektoral rencana dan program	•	Peminjam Bank	Formulasi tujuan dan ling- kup proyek-proyek, iden- tifikasi berbagai masalah
2.	Persiapan Proyek	Studi kelayakan, pengkajian prospek	•	Peminjam Bank Konsultan	Laporan studi aspek ekonomi, teknik, finansial, dan institusional
3.	Penilaian	Pengkajian menyeluruh	•	Peminjam Bank Konsultan	Laporan penilaian
4.	Negosiasi Pinjaman	Negosiasi sampai <i>loan</i> agreement	•	Peminjam Bank	Rancangan <i>loan</i> agreement
5.	Persetujuan	Tanda tangan dan diber- lakukan	•	Peminjam Bank	Pernyataan pinjaman telah diberlakukan
6.	Implementasi Proyek	Mobilisasi peserta (konsultan, staf, pemilik, dan lain-lain). Desain, engineering, pembelian, konstruksi	•	Peminjam Bank Konsultan Pemasok Kontraktor	Menyelesaikan lingkup proyek-proyek
7.	Evaluasi	Me-review hasil proyek	•	Peminjam Bank	Laporan akhir proyek proyek laporan audit

Sampai tahap ini peranan Bank atau Lembaga Keuangan yang akan meminjamkan dana adalah berunding dan me-review lingkup proyek. Ini akan menghasilkan kerangka acuan yang akan dipakai sebagai dasar RFP bagi perusahaan-perusahaan konsultan yang akan diundang, dan nantinya akan merupakan bagian dari kontrak antara pemilik proyek dengan perusahaan konsultan pemenang. Beberapa bank internasional dan dalam negeri memiliki tata cara dan prosedur khusus untuk mengkualifikasi konsultan, menyusun kerangka acuan, menyetujui kontrak, dan lain-lain. Dalam hubungan ini, misalnya pemilihan konsultan, dilakukan oleh pihak calon peminjam dan Bank atau LK. Mereka memberikan persetujuan setelah meneliti proses pemilihan dan kerangka acuan. Selama masa studi kelayakan, Bank atau LK melakukan kontak periodik dengan calon peminjam dan konsultan untuk mengetahui kemajuan pekerjaan serta ikut mencarikan jalan keluar bila timbul permasalahan.

B. Perkiraan Biaya Proyek

Langkah pertama Bank atau LK dalam aspek ini adalah memusatkan pengkajiannya pada dasar-dasar estimasi biaya dan jadwal yang dipergunakan oleh calon peminjam untuk menyusun perkiraan biaya proyek. Dasar estimasi ini berupa berapa harga satuan material curah dan peralatan, dari mana asalnya, berapa besar kontijensi, apakah angka perkiraan untuk menutup eskalasi sudah wajar? Apabila material dan jasa banyak diimpor, bagaimana perkiraan inflasi dalam negeri dan luar negeri? Selanjutnya, mereka ingin mengetahui prosedur dan mekanisme pengadaan material dan jasa. Dalam hubungan ini umumnya mereka menginginkan adanya lelang, karena inilah salah satu cara untuk mendapatkan harga yang kompetitif. Setelah hal-hal tersebut di atas terjawab dengan memuaskan, maka dimulai proses negosiasi mengenai total jumlah pinjaman, yang meliputi juga draw down schedule atau keperluan realisasi dana secara periodik, misalnya per kuartal selama periode implementasi proyek, untuk memastikan dana akan cukup tersedia pada waktunya sehingga pekerjaan-pekerjaan tidak terganggu.

9-5 Pendanaan Non-Recourse

Di atas telah dibahas bahwa dilihat dari segi tanggungan atau jaminan untuk utang yang diperoleh terdapat macam pendanaan yang sifatnya non recourse terhadap neraca pembayaran perusahaan peminjam. Agar tidak mengaburkan bentuk tersebut dengan bentuk pendanaan yang lain bagi proyek atau investasi, maka selanjutnya dalam buku ini disebut pendanaan proyek non recourse atau non-recourse project financing (NRPF). Tujuan utamanya adalah meminimalkan dampak utang tersebut dalam rangka menjaga credit standing perusahaan peminjam. S. M. Yassukovich (1978) memberikan batasan sebagai berikut:

"Pendanaan non recourse adalah pola pendanaan di mana pihak pemberi pinjaman hanya menyandarkan pada arus kas dan pemasukan saat ini dan yang akan datang dari unit ekonomi tertentu untuk membayar kembali utang, dan sebagai jaminannya (collateral) adalah aset dari unit ekonomi tersebut."

Bila batasan di atas diberlakukan untuk suatu proyek tertentu maka yang dimaksud dengan unit ekonomi adalah unit yang dihasilkan atau dibangun oleh proyek. Ini dapat berupa instalasi pabrik, gedung pertokoan dan perkantoran, dan lain-lain. NRPF memiliki persyaratan yang cukup berat. Oleh karenanya, meskipun menunjukkan kecenderungan meningkat, saat ini belum banyak proyek yang dapat memenuhi kriteria pendanaan dengan pola NRPF secara murni. Yang sering dijumpai adalah kombinasi dari beberapa pola pendanaan di mana perusahaan pemilik dan sponsor proyek atau pihak ketiga, misalnya pemerintah, sampai batas-batas tertentu ikut memberikan jaminan perlindungan (security guarantees).

A. Sifat Proyek yang Sesuai NRPF

Lebih jauh, S. M. Yassukovich memberikan identifikasi proyek yang sesuai untuk pola NRPF sebagai berikut:

- Pola NRPF umumnya dapat diterapkan pada proyek-proyek pembangunan industri pengolahan dan transportasi sumber alam seperti hidrokarbon, mineral, dan lain-lain.
- Pemilik dan sponsor proyek terdiri dari beberapa kelompok pemegang saham (perusahaan dan/atau pemerintah).
- Memerlukan sejumlah besar modal.
- Adanya kontrak pembelian yang pasti dengan pihak pembeli produk hasil proyek.
- Aliran kas neto unit ekonomi yang dibangun oleh proyek diharapkan mampu mengembalikan pinjaman NRPF.

Dua butir terakhir adalah syarat-syarat yang dapat memuaskan pihak pemberi pinjaman.

B. Perlindungan Terhadap Risiko

Mengingat bahwa pembayaran kembali pendanaan NRPF berasal dari unit ekonomi hasil proyek itu sendiri, maka mudah dimengerti bila pihak pemberi pinjaman sebelumnya akan mengambil langkah-langkah dan pengkajian yang menyeluruh seperti proyeksi arus kas yang konservatif untuk memastikan bahwa unit ekonomi itu nantinya memang dapat diharapkan mampu menjalankan kewajibannya membayar kembali utang serta bunganya. Dalam hal ini termasuk pengkajian terhadap besarnya risiko pada berbagai aspek, mengidentifikasi dan mencari pemecahannya yang dapat diterima oleh kedua belah pihak pemberi dan penerima pinjaman. Beberapa jenis risiko di mana kreditor ingin mendapatkan perlindungan antara lain meliputi:

- Penyediaan bahan mentah yang cukup.
- Pemasaran yang terjamin (secured market).
- Desain-engineering yang handal dan tangguh bukan prototipe.
- Manajemen operasi dan produksi unit ekonomi hasil proyek.
- Transportasi bahan mentah dan produk.

Bagi proyek-proyek yang memerlukan sejumlah besar dana berjangka panjang dan menggunakan pola NRPF, maka pihak-pihak yang terkait umumnya terdiri dari perusahaan-perusahaan pemilik, sponsor, penyedia bahan mentah, pembeli produksi, pengangkut, dan pemberi pinjaman (kreditor). Mereka ini mengadakan ikatan atau kontrak untuk mengamankan masalah risiko yang dihadapi. Kontrak ini meliputi hal-hal yang telah disebutkan di atas dengan penjelasan lebih jauh sebagai berikut:

1. Kontrak Penyediaan Bahan Mentah

Kontrak ini dibuat antara produsen bahan mentah dengan perusahaan atau gabungan kerja sama perusahaan-perusahaan (joint venture) pemilik proyek, yang selanjutnya disingkat pemilik proyek. Di dalam kontrak penyediaan bahan mentah disebutkan bahwa bahan mentah akan cukup tersedia baik kuantitas maupun kualitasnya dalam jangka waktu yang ditentukan, demi kesinambungan produksi instalasi hasil proyek sampai memenuhi sasaran proyeksi arus kas. Seringkali kontrak ini dilengkapi dengan keterangan atau sertifikat pihak ketiga (konsultan) yang menegaskan tentang penyediaan (supply/reserve) bahan mentah yang diperlukan. Misalnya, apabila bahan mentah tersebut berupa minyak mentah maka berapa besar (juta barel) cadangan yang tersedia atau berapa triliun kaki kubik gas alam. Kontrak seperti ini dimaksudkan untuk mencegah pabrik dari keadaan tidak berproduksi karena kekurangan bahan mentah, yang berakibat pembayaran kembali pinjaman tersendat-sendat.

2. Kontrak Penjualan

Kontrak penjualan (sale agreement) merupakan ikatan jangka panjang agar produk terjamin pemasarannya (captive market). Kontrak ini dibuat antara pemilik proyek dengan organisasi pihak pembeli produk hasil unit ekonomi yang selesai dibangun proyek. Dengan demikian, diharapkan adanya pemasukan arus kas yang mantap untuk membayar utang di samping menghasilkan laba.

Kontrak seperti ini seringkali dilengkapi dengan pasal-pasal yang cukup kuat untuk mengikat kedua belah pihak. Misalnya, yang terkenal dengan take or pay clause. Di sini tercantum bahwa pihak pembeli harus membayar sesuai perjanjian meskipun ketika itu produk tidak diambil. Karena disadari kontrak akan mencakup kurun waktu yang relatif lama di mana harga-harga di pasaran dapat mengalami perubahan, maka dalam penentuan harga satuan diberlakukan eskalasi dan dikaitkan dengan naik-turunnya sejumlah komoditi. Posisi penjual akan menguntungkan pada waktu negosiasi pasal-pasal kontrak dengan pihak pembeli, bilamana permintaan akan produk yang bersangkutan di pasaran pada waktu berlakunya kontrak diperkirakan cukup kuat (seller's market). Demikian pula bila hal yang sebaliknya sedang terjadi. Oleh karena itu, pemilihan waktu (timing) bagi proyek dengan pendanaan pola NRPF merupakan faktor yang kritis.

3. Persetujuan Pinjaman

Persetujuan pinjaman (loan agreement) dibuat antara pemilik proyek dengan pemberi pinjaman, bank atau institusi keuangan. Di sini pemberi pinjaman setuju memberikan sejumlah dana kepada pemilik untuk pendanaan proyek dengan syarat-syarat yang meliputi jadwal dan jumlah pengembalian, bunga, jaminan terhadap berbagai risiko, dan lain-lain.

4. Kontrak EPK

Kontrak Engineering, Pembelian, dan Konstruksi (EPK) mengikat pemilik dan kontraktor (utama) untuk membiayai dan membangun instalasi unit ekonomi, sampai berproduksi. Mengingat pinjaman akan dikembalikan dari pemasukan hasil penjualan produksi dari instalasi yang dibangun proyek, maka pemberi pinjaman ingin melihat tercantumnya pasal-pasal dalam EPK yang berhubungan dengan jadwal penyelesaian pembangunan instalasi dan jaminan yang ada untuk mencapai sasaran tersebut. Lebih jauh lagi, mereka juga mengkaji proses produksi

yang hendak digunakan dan kemampuan kontraktor utama yang bertanggung jawab atas pelaksanaan EPK.

5. Operasi Pemeliharaan

Perjanjian ini dibuat antara pemilik proyek dengan organisasi yang akan menangani operasi pengolahan dan pemeliharaan instalasi yang sudah selesai dibangun. Dalam masalah ini calon pemberi pinjaman ingin melihat bahwa:

- Organisasi yang akan melaksanakan operasi pengolahan dan pemeliharaan memiliki tim manajemen yang dianggap mampu mengelola instalasi dan memenuhi sasaran produksi.
- Organisasi tersebut memiliki operator dan mekanik yang telah berpengalaman di instalasi sejenis dengan prestasi yang memuaskan.

Jadi, dalam masalah ini calon pemberi pinjaman ingin mengetahui adanya the right man on the right place dalam upaya agar nantinya produksi berlangsung lancar dalam kurun waktu berlakunya loan agreement.

6. Transportasi

Transportasi merupakan mata rantai yang tidak terpisahkan antara produsen dan konsumen. Tidak jarang jarak antara instalasi produksi dengan terminal pembeli mencapai ribuan kilometer. Untuk menghindari masalah transportasi produk dari instalasi produksi sampai ke terminal pembeli, sering dilakukan perjanjian berupa kontrak transportasi antara pemilik dan perusahaan pengangkut. Kontrak macam ini mencakup hal-hal yang berhubungan dengan biaya transportasi, kemungkinan keterlambatan, kerusakan, asuransi, dan

lain-lain masalah yang berhubungan dengan kelancaran dan risiko pengangkutan.

C. Struktur Pendanaan NRPF

Dari gambaran di atas terlihat bahwa sebelum berusaha memperoleh pendanaan investasi pola NRPF, maka suatu kajian yang menyeluruh dan lengkap harus dilakukan untuk menunjukkan kelayakan dan kesinambungan usaha yang dapat memperbesar kepercayaan calon kreditor akan kemampuan mengembalikan pinjaman. Di samping itu, karena pinjaman untuk pendanaan pola NRPF akan dibayar dari pemasukan usaha unit ekonomi hasil proyek itu sendiri, maka perlu diambil langkah-langkah yang bertujuan menjaga kelangsungan usaha dan memperkecil risiko, antara lain dengan mengikat berbagai pihak yang terkait dalam suatu kontrak seperti sales agreement, loan agreement, transportation agreement, dan sebagainya.

Dalam pada itu, sesuai dengan tujuan utama pola NRPF, yaitu tidak mengganggu credit worthness perusahaan, maka faktor yang penting untuk diperhatikan adalah struktur paket pendanaan harus disusun sedemikian rupa sehingga sejauh mungkin menghindari klasifikasi sebagai utang langsung (direct liability) di dalam neraca keuangan perusahaan pemilik. Jadi, dalam hal ini diperlukan kecakapan dalam mencari titik temu dan menjabarkannya dalam struktur pendanaan antara keinginan lembaga calon kreditor dengan peminjam. Untuk maksud di atas mereka yang bertanggung jawab dalam masalah tersebut harus secara profesional mengerti, menguasai, dan berpengalaman dengan syarat-syarat (terms) dan konsep yang umumnya dapat diterima oleh Bank atau LK.

9-6 Contoh Proyek Pola NRPF di Indonesia

Salah satu contoh proyek dengan pendanaan pola NRPF adalah proyek pembangunan kilang LNG dan LPG, baik di Arun propinsi Aceh maupun di Bontang, Kalimantan Timur. Keduanya adalah proyek pembangunan fasilitas untuk memproduksi energi berupa gas cair LNG dan LPG (Liquefied Natural Gas/

Liquefied Petroleum Gas) untuk diekspor ke Jepang, Korea, dan Taiwan. Di Arun, proyek-proyek tersebut terdiri dari proyek-proyek LNG-Arun I, II, III dan LPG-Arun. Proyek-proyek tersebut dimulai dan diselesaikan tidak dalam waktu yang bersamaan tetapi berurutan. Hal ini disebabkan karena mencari

dan menunggu adanya pasar/pembeli yang mau mengadakan ikatan jangka panjang (20 tahun untuk LNG, 10 tahun untuk LPG) dan dalam jumlah yang cukup besar. Total kurun waktu pembangunan fisik seluruh proyek LNG dan LPG Arun adalah 13 tahun (1975-1988) dengan total biaya US\$ 2,8 miliar. Pihakpihak yang terkait dalam proyek tersebut diperlihatkan pada Tabel 9-2.

1. Penyediaan Bahan Mentah

Mula-mula persediaan bahan mentah gas alam di perut bumi (gas reserve) ditemukan di Lhok-Sukon Aceh di daerah production sharing MOI-Pertamina pada awal tahun 1971, kemudian didapatkan konfirmasi perihal jumlah kandungan (reservoir) dari perusahaan konsultan independen dari USA. Berdasarkan perhitungan, jumlah tersebut cukup untuk memproduksi LNG selama 20 tahun dengan kapasitas 1,5 juta ton per unit per tahun (kilang LNG arun terdiri dari 6 unit). Jadi, di sini teratasi masalah pasokan bahan mentah untuk jangka panjang.

2. Pembeli dan Kontrak Penjualan

Dengan bekal sertifikat bahwa pemilik mempunyai jumlah gas alam yang cukup untuk memproduksi LNG dalam jumlah yang besar, pemilik berhasil memasarkan dan mengadakan kontrak penjualan (sales agreement) dengan pihak pembeli LNG dalam jumlah yang besar dengan rumus-rumus harga dan pasal-pasal yang cukup menarik (take or pay clause). Dapat ditambahkan di sini bahwa pada awal dekade 1970-an terjadi krisis energi, pasar LNG merupakan seller market. Dari analisis dan perhitungan, hasil penjualan LNG yang tercantum dalam kontrak akan lebih dari cukup untuk membiayai proyek. Jadi, di sini persoalan pembeli yang daripadanya diharapkan akan menghasilkan dana/arus kas untuk membayar utang telah terpecahkan.

3. Operasi Pengolahan dan Pemeliharaan

Untuk melaksanakan operasi pengolahan dan pemeliharaan kilang dibentuk perusahaan nonprofit PT Arun NGL Co. dengan saham Pertamina, MOI, dan Jilco (Japan Indonesia LNG Co) masing-masing 55 persen, 30 persen, dan 15 persen. Pertamina menyediakan personil, baik tim manajemen maupun operator dan mekaniknya yang telah berpengalaman dalam mengoperasikan kilang-kilang minyaknya yang lain, dibantu Mobil Oil dalam beberapa bidang engineering. Jadi, dalam masalah ini pemilik dapat meyakinkan

Tabel 9-2 Beberapa perusahaan yang terkait dalam pembiayaan pola NRPF proyek pembangunan kilang LNG dan LPG Arun.

PROYEK LNG dan LPG ARUN - ACEH

	(Pembangunan Kilang LNG & LPG 1974–1987)					
1.	Pemilik	Pertamina				
2.	Total biaya proyek-proyek (US\$)	2,8 miliar				
3.	Kontraktor utama pelaksana kontrak	Kontraktor-kontraktor internasional: Bechtel Inc. (Arun-I) Chyoda (Arun-II) JGC (Arun-III dan LPG)				
4.	Operator kilang	PT Arun NGL Co.				
5.	Pembeli produk LNG dan LPG	Perusahaan-perusahaan energi Jepang dan Korea				
6.	Pemasok bahan mentah (gas alam)	Pertamina dan Mobil Oil Inc.				
7.	Pengangkutan	Burmah Ltd., Energi Transport Co., Mitsui Osaka, Japan Lines, PT Fast Marine, PT Samodra Petrindo Asia, dan lain-lain.				
8.	Penyandang dana/pemberi pinjaman	Exim Bank of Japan, sindikat beberapa bank swasta Jepang, Mobil Oil Inc., dan lain-lain.				

kreditor akan kemampuan mengoperasikan dan memelihara kilang hasil proyek. Pada kenyataannya hal ini terbukti yaitu sejak produksi pertama Oktober 1978 sampai pengapalan produk LNG sejumlah 2.000 kali pada bulan Januari 1993 operasi kilang berjalan lancar tanpa kesulitan yang berarti dan dapat memenuhi segala ikatan penjualan yang telah disetujui.

4. Kontraktor Utama Pembangunan Proyek

Dalam hal ini ada dua aspek yang diperhatikan. Pertama, mendapatkan kontraktor utama yang memiliki pengalaman dalam mengoperasikan software dan hardware sedemikian rupa sehingga dianggap mampu melaksanakan pekerjaan Engineering, Pembelian, dan Konstruksi (EPK). Aspek yang kedua adalah pasal kontrak yang memperhatikan masalah-masalah kemungkinan keterlambatan jadwal, jaminan keandalan peralatan, dan lain-lain. Untuk ini pilihan jatuh kepada kontraktor-kontraktor internasional seperti pada Tabel 9-2.

5. Pengangkutan Produk LNG

Karena jauhnya jarak fasilitas produksi di Arun, dengan daerah konsumen di Korea dan Jepang, serta sifat produk yang spesifik maka tidak dapat dipakai kapal pengangkut barang yang biasa ataupun kapal tanker untuk minyak mentah atau produk cair yang lain. Oleh karena itu perlu dibuat kapal-kapal khusus. Untuk mengatasi itu semua maka diadakan ikatan/kontrak dengan perusahaan pengangkut yang akan melaksanakan pengangkutan, termasuk pengadaan kapal, pengoperasian, dan pemeliharaannya. Adapun pengangkutan bahan mentah (gas alam) dilakukan dengan menyalurkannya lewat pipa dari sumur-sumur gas alam ke kilang yang jaraknya relatif dekat (30 km). Langkahlangkah ini dapat meyakinkan pembeli bahwa proses pengangkutan akan berjalan lancar.

6. Rapat Koordinasi Gabungan

Mengingat banyaknya pihak yang terlibat dalam proyek dengan pola NRPF di atas, maka dalam tahap implementasi fisik diadakan rapat periodik sekali dalam 6 bulan di antara penanggung jawab proyek, penjual, pembeli, kreditor, pengangkut, dan pihak-pihak lain yang berkepentingan. Rapat koordinasi atau Joint Commitee Coordination Meeting dimaksudkan untuk mengkoordinasi kegiatan yang menjadi tanggung jawab pihak-pihak yang bersangkutan, mengkaji jadwal kemajuan, dan mencoba mencari jalan keluar kendala yang dihadapi. Dengan mengetahui kemajuan dan kesulitan yang dihadapi oleh pihak yang satu maka pihak lain yang terkait dapat menyesuaikan diri sehingga dapat dicegah hal-hal yang mengarah ke pemborosan.

9-7 Mengajukan Pendanaan

Meskipun prosedur untuk memperoleh dana berbeda-beda, namun demikian ada serangkaian pendekatan yang umumnya dianggap sebagai tata cara dasar yang perlu diperhatikan dalam upaya memperolehnya. Suatu pendekatan yang terencana dengan tujuan yang jelas dan dibekali dengan dokumen yang diperlukan merupakan langkah awal yang amat mendukung kelancaran usaha-usaha berikutnya. Pendekatan di atas meliputi langkah-langkah sebagai berikut:

1. Pihak Peminjam

• Menentukan dan merumuskan tujuan

- peminjam dalam hubungannya dengan pengajuan dana.
- Menyiapkan data dan keterangan perihal kemampuan internal perusahaan peminjam dalam aspek finansial.
- Menentukan pola dan struktur pendanaan yang ingin diperoleh.
- Membicarakan dengan calon penyandang dana.
- Mengkaji penawaran.
- Menegosiasikan perjanjian pinjaman (loan agreement).
- Menandatangani perjanjian pinjaman.

Melakukan administrasi pinjaman (loan administration).

2. Pihak Pemberi Pinjaman

Kreditor tentu ingin mengetahui segala macam aspek usulan proyek atau investasi sebelum merealisir suatu pinjaman. Dalam aspek finansial terutama akan dikaji hal-hal sebagai berikut:

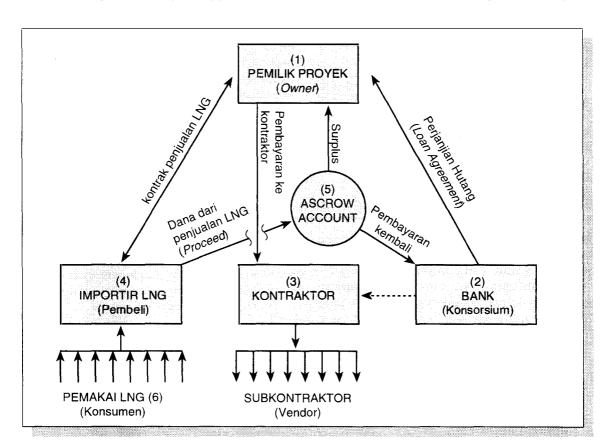
- Kebenaran jumlah dan dasar-dasar yang digunakan dalam menyusun perkiraan biaya pertama.
- Kelengkapan unsur-unsur dalam menyiapkan perkiraan biaya pertama (biaya tetap, tidak tetap, dan lain-lain).

- Pertimbangan masalah inflasi, eskalasi, dan kontinjensi.
- Kebenaran estimasi permintaan produk yang dihubungkan dengan prakiraan pendapatan.
- Biaya operasi dan produksi.
- Besar arus diskonto yang dipakai dalam membuat analisis finansial.
- Jumlah total pinjaman yang diajukan, komposisi modal perusahaan yang ditargetkan, serta rasio utang/ekuitas.
- Besar persentase (%) partisipasi pemilik dalam rencana pendanaan proyek.
- Neraca keuangan perusahaan.

9-8 Contoh Arus Pendanan NRPF

Telah disebutkan sebelumnya bahwa salah satu contoh proyek yang menggunakan *non*

recourse project financing (NRPF) adalah industri LNG di Arun maupun Bontang In-



Gambar 9-3 Suatu contoh arus pendanaan proyek pola NRPF.

donesia yang garis besarnya seperti terlihat pada Gambar 9-3 dan keterangannya sebagai berikut:

- 1. Pemilik Proyek (*Owner*) dalam hal ini adalah Pertamina
- 2. Pendanaan diperoleh dari Bank-bank (Konsorsium) dengan menandatangni Loan Agreement.
- Uang yang diperoleh dari loan agreement digunakan untuk membangun fasilitas proyek LNG yang dikerjakan oleh kontraktor.
- 4. Dari hasil penjualan LNG/Proceed (dari pembeli atau importir) kemudian diserahkan kepada Ascrow Account.

- 5. Ascrow Account kemudian mengadakan pembayran kepada Bank yang memberi utang dan kepada Pertamina (*Owner*) sesuai perjanjian yang telah ditetapkan
- 6. Pembeli/Importir LNG dapat pemasukan keuangan dari para konsumen atau pemakai LNG:

Adakalanya terdapat pengaturan yang memberikan hak kepada kontraktor untuk mendapatkan pembayaran langsung dari Bank (2) dengan persetujuan pemilik proyek.

RINGKASAN

- Pendanaan proyek berurusan dengan kegiatan mendapatkan dana atau modal untuk proyek, termasuk mengkaji sumber, syarat-syarat pinjaman, menganalisis tingkat bunga terhadap keputusan investasi, dan lain-lain.
- Pada dasarnya sumber dana dikelompokkan menjadi modal sendiri dan berasal dari luar.
 Modal sendiri dapat terdiri dari penerbitan saham atau laba yang ditahan, sedangkan yang dari luar adalah utang.
- Pertanyaan yang mendasar dari calon investor (swasta) adalah apakah tingkat keuntungan yang diperoleh akan dapat menutup biaya modal. Salah satu cara untuk menjawabnya adalah menggunakan kriteria seleksi-NPV di mana besar arus diskonto (hurdle rate) sama dengan biaya modal (COC). Selanjutnya dipilih investasi yang menjanjikan tingkat keuntungan lebih besar dari biaya modal.
- Proyek-proyek besar memerlukan biaya besar dengan melibatkan lebih dari satu sumber.
 Untuk memperhitungkan biaya modal digunakan angka biaya modal rata-rata tertimbang atau weighted average cost of capital.
- Di dalam mengkaji arus pengembalian atau tingkat keuntungan, dikenal parameter yang disebut arus pengembalian minimal yang menarik (minimum attractive rate of return- MARR). Ini diinginkan lebih besar COC.
- Pemberi pinjaman atau penyandang dana selalu mengharapkan bahwa si peminjam secara meyakinkan dapat mengembalikan pokok serta bunga sesuai syarat-syarat pinjaman, atau (untuk pinjaman lunak) ingin melihat bahwa proyek-proyek yang dibiayai berhasil seperti yang direncanakan. Untuk maksud tersebut penyandang dana ingin mempunyai peranan yang cukup ekstensif dalam memantau kemajuan implementasi proyek.
- Salah satu macam pendanaan proyek yang mulai terkenal adalah non recourse project financing, yaitu pendanaan di mana pihak pemberi pinjaman menyandarkan hanya pada aliran
 kas pemasukan dari unit ekonomi tertentu (hasil proyek) sebagai sumber dana untuk
 membayar kembali utang, dan aset unit ekonomi tersebut sebagai kolateral.

SOAL LATIHAN

- 1. Dalam mengkaji aspek pendanaan dikenal adanya WACC dan MARR. Jelaskan kegunaannya dan bagaimana cara menghitung atau memperkirakannya!
- 2. Umumnya terdapat perbedaan penekanan mengenai peranan penyandang dana (pemasok dana) untuk proyek-proyek komersial dibanding proyek-proyek keperluan publik dalam hal pengelolaan proyek yang dibiayainya. Jelaskan perbedaan tersebut!
- 3. Apakah perbedaan pokok pendanaan proyek yang bersifat *non recourse* dengan yang lain? Syarat-syarat apa yang diperlukan agar proyek dapat diusahakan memperoleh pendanaan *non-recourse*?
- **4.** Sebutkan berbagai usaha yang umumnya ditempuh oleh pihak kreditor sebagai perlindungan terhadap risiko dalam suatu pendanaan jenis *non recourse*?
- 5. Gambarkan salah satu contoh proses aliran dana pada proyek NRPF!

10

AMDAL dan Dampak Lingkungan Proyek E-MK

i negara-negara sedang berkembang, dalam rangka meningkatkan kesejahteraan rakyatnya dengan pembangunan di segala bidang termasuk prasarana dan industri, seringkali masalah menjaga kelestarian lingkungan belum cukup mendapat perhatian. Kelestarian lingkungan dalam hal ini adalah yang bersifat dinamis di mana lingkungan tetap mampu mendukung taraf hidup yang lebih tinggi, berarti dampak yang ditimbulkan oleh pembangunan masih dapat diserap dengan baik oleh daya dukung lingkungan di sekitarnya. Dampak dalam kalimat di atas adalah segala perubahan lingkungan yang disebabkan oleh suatu kegiatan, yang dalam konteks pembahasan di buku ini berupa pembangunan proyek dan beroperasinya unit hasil proyek. Kegiatan ini akan membawa perubahan yang positif maupun negatif terhadap lingkungan. Oleh sebab itu, agar pembangunan dapat berkesinambungan, maka harus didasarkan pada wawasan lingkungan dengan memperbesar dampak positif dan memperkecil dampak negatif.

Suatu pengkajian yang dikenal sebagai analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL) merupakan salah satu mekanisme untuk mencapai maksud tersebut di atas. Bab 10 ini membahas beberapa aspek AMDAL yang minimal perlu diketahui oleh pengelola proyek, seperti pimpro atau pimpinan perusahaan pemilik proyek. Pimpro perlu mengetahui prosedur atau tata cara dan perundangan yang mengatur kegiatan yang berkaitan dengan lingkungan, khususnya AMDAL. Kemudian pimpro bertindak mewakili pemrakarsa proyek membantu semua pihak yang berurusan dengan pengkajian dampak lingkungan demi lancarnya proses mempersiapkan AMDAL dengan mensuplai data dan informasi lainnya.

Pemahaman dan kepedulian pimpro serta pengelola proyek yang lain terhadap masalah tersebut di atas diperlukan setelah diberlakukannya PP No. 29 Tahun 1986 pasal 6 yang menetapkan bahwa AMDAL merupakan komponen studi kelayakan dari rencana kegiatan, sehingga bagi proyek tertentu tahap implementasi belum dapat dimulai sebelum AMDAL diselesaikan dan disetujui oleh pihak yang bertanggung jawab. Dengan batasanbatasan di atas maka topik bab ini akan diawali dengan membahas arti dan maksud AMDAL, garis besar PP No. 29 Tahun 1986 sebagai landasan operasional kegiatan AMDAL di Indonesia, dilanjutkan dengan pokok-pokok metodologi dan proses menyusun AMDAL.

Sedangkan PP No. 51 Tahun 1993 yang dimaksudkan sebagai penyempurnaan ketentuan pokok pengelolaan lingkungan hidup serta beberapa keputusan menteri yang menyertainya (Kep-11/MENLH/3/94 dan Kep-12/MENLH/3/94) disajikan sebagai Apendiks IV, dan V. Uraian diakhiri dengan membahas dampak lingkungan proyek E-MK, khususnya proyek pembangunan industri, yaitu sektor kegiatan usaha yang meskipun pada kenyataannya telah memberikan sumbangan besar pada perekonomian negara tetapi semakin mendapat kecaman sebagai sumber pencemaran lingkungan dan ketimpangan sosial.

ANDAL, AMDAL, dan Daya Dukung Lingkungan

Telah disinggung sebelumnya bahwa dampak adalah suatu perubahan yang terjadi sebagai akibat dari aktivitas. Dapat digolongkan menjadi yang bersifat alamiah yaitu kimia, biologi, dan fisika, serta yang oleh perbuatan manusia seperti mempersiapkan lahan, pembuatan jalan, penyemprotan hama, dan lain-lain. Kegiatan pembangunan sering kali menimbulkan dampak berlanjut karena perubahan yang ditimbulkan lebih luas jangkauannya, tidak terbatas hanya pada tujuan yang direncanakan. Misalnya, tujuan proyek membangun lapangan terbang adalah membuat fasilitas yang dapat dipakai untuk mengoperasikan transportasi dengan menggunakan pesawat terbang, namun hasil pembangunannya bukan saja tersedianya fasilitas yang dimaksudkan tetapi juga mengurangi serapan air di tempat-tempat yang tanahnya dipadatkan. Pembangunan bendungan akan menyita perkampungan yang terkena genangan air. Jadi, di samping tercapainya perbaikan pengairan dan melimpahnya tenaga listrik sebagai hasil proyek bendungan, seringkali terjadi juga dampak berkepanjangan dari keresahan sosial akibat tergusurnya tempat tinggal mereka yang terkena genangan air.

Di samping itu, meskipun pembangunan diperlukan untuk menaikkan tingkat kehidupan masyarakat, karena tanpa pembangunan kemungkinan kesejahteraan akan merosot, namun perlu disadari bahwa daya dukung lingkungan terhadap aktivitas pembangunan adalah terbatas, seperti kemampuan menyerap zat pencemar, kemampuan menyediakan sumber daya, bahan mentah, dan lain-lain. Berdasarkan sebab-sebab yang diuraikan

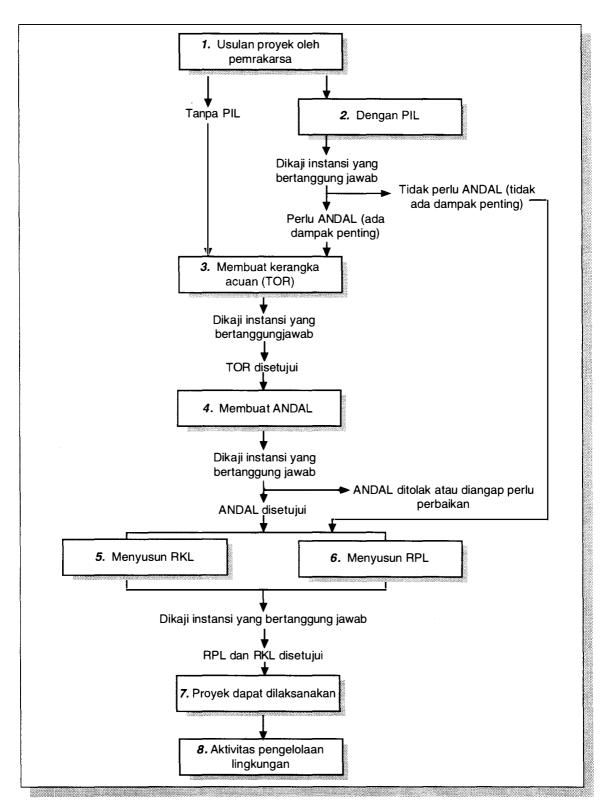
tersebut, maka sebelum memulai implementasi membangun proyek secara fisik yang dapat menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan, diperlukan suatu analisis mengenai dampak lingkungan yang akan berfungsi sebagai instrumen bagi proses pengambilan keputusan.

Dalam hal ini, perlu diperhatikan perbedaan antara analisis dampak lingkungan (ANDAL) dan analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL). Yang dimaksudkan dengan AMDAL adalah hasil studi mengenai dampak suatu kegiatan yang direncanakan dan diperkirakan mempunyai dampak penting terhadap lingkungan hidup. Analisis ini meliputi keseluruhan kegiatan pembuatan 5 dokumen yang terdiri dari PIL (penyajian informasi lingkungan), KA (kerangka acuan), ANDAL, RPL (rencana pemantauan lingkungan), dan RKL (rencana pengelolaan lingkungan). Adapun ANDAL adalah telaahan secara cermat dan mendalam tentang dampak penting suatu kegiatan yang direncanakan. Arti dampak penting di sini adalah perubahan lingkungan yang amat mendasar yang diakibatkan oleh kegiatan. Pengertian di atas yang perlu digaris bawahi adalah tidak semua rencana kegiatan harus dilengkapi dengan ANDAL, tetapi hanya kegiatan yang dianggap akan mempunyai dampak penting terhadap lingkungan hidup.

10-1 Landasan Utama dan Sistematika

Menyadari akan besarnya dampak kegiatan pembangunan yang dapat berpengaruh besar terhadap lingkungan hidup maka pemerintah mengeluarkan Undang-Undang No. 4 Tahun 1982 tentang ketentuan pokok pengelolaan lingkungan, sedangkan pelaksanaannya dituangkan dalam PP No. 29 Tahun 1986. Undang-undang beserta peraturan pelaksanaan tersebut dimaksudkan sebagai sarana untuk melakukan pencegahan terhadap suatu rencana kegiatan, misalnya proyek yang mungkin dapat menyebabkan kerusakan lingkungan. Dalam undang-undang tersebut pengelolaan lingkungan hidup diwajibkan berpegang pada azas pelestarian lingkungan yang serasi dan seimbang bagi peningkatan kesejahteraan manusia. Hal ini berarti kegiatan pembangunan proyek dan pengoperasian unit hasil proyek harus berpatokan pada wawasan lingkungan. Untuk mencapai maksud tersebut diusahakan dengan cara sebagai berikut:

- Memperhatikan kemampuan daya dukung lingkungan lokasi proyek dan alam sekitarnya.
- Mengelola penggunaan sumber daya secara bijaksana dengan merencanakan, memantau, dan mengendalikan secara bijaksana.
- Memperkecil dampak negatif dan memperbesar dampak positif.



Gambar 10-1 Garis besar sistematika pengkajian, pemantauan dan pengelolaan lingkungan terhadap usulan proyek menurut PP No. 29 Tahun 1986. (*Catatan:* Bandingkan dengan PP No. 51 tahun 1993 serta Keppres 11 dan 12/MENLH/3/94 yang terkait yang tertera di Apendik IV, V dan garis besar sistematika yang bersangkutan).

Dengan demikian, diharapkan dapat menjamin pembangunan yang berkesinambungan dengan tidak menurunkan potensi sumber daya yang dapat diperbaharui. Analisis mengenai dampak lingkungan merupakan proses yang panjang dengan sistematika urutan langkah tertentu yang garis besarnya terlihat pada Gambar 10-1 dengan keterangan sebagai berikut:

1. Usulan Proyek

Usulan proyek datang dari pemrakarsa, yaitu orang atau badan yang mengajukan dan bertanggung jawab atas suatu rencana kegiatan yang akan dilaksanakan.

2. Penyajian Informasi Lingkungan

Usulan proyek kemudian mengalami penyaringan yang bertujuan menentukan perlu tidaknya dilengkapi dengan ANDAL. Penyaringan dilakukan dengan "Penyajian Informasi Lingkungan – PIL". PIL disusun oleh pemrakarsa sesuai dengan pedoman yang ditetapkan. Penilaian terhadap PIL dikerjakan oleh sebuah komisi yang dibentuk oleh instansi yang bertanggung jawab dan menentukan usulan proyek ke dalam 3 kemungkinan:

- Perlu dibuatkan ANDAL, karena dinilai proyek akan menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan. Langkah selanjutnya adalah membuat TOR untuk menyusun ANDAL.
- Tidak perlu dibuatkan ANDAL, karena diperkirakan tidak akan menimbulkan dampak penting. Pemrakarsa kemudian menyiapkan RPL dan RKL.
- PIL kurang lengkap dan dikembalikan ke pemrakarsa untuk perbaikan sebelum diajukan kembali.

Dalam pada itu, bila pemrakarsa sejak awal berpendapat bahwa usulan proyeknya akan memiliki dampak penting maka pemrakarsa bersama instansi yang bertanggung jawab dapat langsung membuat ANDAL dengan terlebih dahulu menyiapkan kerangka acuan. Jadi, dalam hal ini tidak diperlukan PIL.

Pada PP No. Tahun 1993 51 ketentuan mengenai PIL tersebut ditiadakan.

3. Menyusun Kerangka Acuan

Bila instansi yang bersangkutan memutuskan perlu membuat ANDAL, maka pemrakarsa bersama instansi tersebut menyusun kerangka acuan TOR sesuai dengan pedoman yang ditetapkan bagi analisis dampak lingkungan.

4. Membuat ANDAL

Pemrakarsa membuat ANDAL sesuai pedoman yang ditetapkan, kemudian diajukan kepada instansi yang bertanggung jawab untuk dikaji dan mendapatkan keputusan. Terdapat 3 kemungkinan hasil penilaian:

- a. ANDAL disetujui, kemudian pemrakarsa melanjutkan membuat RKL dan RPL.
- b. ANDAL ditolak karena dianggap kurang lengkap atau kurang sempurna. Untuk ini perlu perbaikan dan diajukan kembali.
- c. ANDAL ditolak karena diperkirakan dampak negatif yang tidak dapat ditanggulangi oleh ilmu dan teknologi yang telah ada lebih besar dibanding dampak positif.

Untuk butir *c,* pemrakarsa diberi kesempatan mengajukan keberatan kepada instansi yang berwenang.

5 dan 6. Membuat RKL dan RPL

Bila ANDAL telah disetujui maka pemrakarsa melanjutkan dengan membuat rencana pengelolaan lingkungan (RKL) dan rencana pemantauan lingkungan (RPL) untuk diajukan kepada instansi yang bertanggung jawab. Demikian pula halnya dengan usulan atau rencana proyek AMDAL yang tidak perlu karena tidak ada dampak penting.

7 dan 8. Implementasi Pembangunan Proyek dan Aktivitas Pengelolaan Lingkungan

Bila RKL dan RPL telah disetujui maka implementasi proyek dapat dimulai yang kemudian dilakukan aktivitas pengelolaan lingkungan.

10-2 Dampak Penting dan Daftar Wajib AMDAL

Telah disebutkan di atas bahwa hanya usulan proyek yang diperkirakan menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan saja yang diwajibkan membuat ANDAL. Dalam hubungan ini, indikasi dampak penting suatu kegiatan terhadap lingkungan hidup ditandai oleh hal-hal sebagai berikut:

- Jumlah manusia yang akan terkena dampak.
- Luas wilayah penyebaran dampak.
- Lamanya dampak berlangsung.
- Intensitas dampak.
- Banyaknya komponen lingkungan lain yang akan terkena.
- Sifat kumulatif dampak.
- Berbalik atau tidak berbaliknya dampak.

Lebih lanjut, berdasarkan pengalaman dan tingkat perkembangan ilmu serta teknologi diidentifikasi 8 kategori kegiatan yang potensial dapat menimbulkan dampak penting terhadap lingkungan, yaitu:

- Pengubahan bentuk lahan dan bentang alam.
- Eksploitasi sumber daya alam baik yang terbarui maupun yang tidak terbarui.
- Proses dan kegiatan yang secara potensial dapat menimbulkan pemborosan, kerusakan dan kemerosotan pemanfaatan sumber daya alam.
- Proses dan kegiatan yang hasilnya dapat mempengaruhi lingkungan sosial dan budaya.
- Proses dan kegiatan yang hasilnya dapat mempengaruhi pelestarian kawasan konservasi sumber daya alam dan/atau perlindungan cagar budaya.
- Introduksi jenis tumbuhan, jenis hewan, jasad renik.
- Pembuatan dan penggunaan bahan hayati dan nonhayati.

 Penerapan teknologi yang diperkirakan mempunyai potensi besar mempengaruhi lingkungan.

Terlihat bahwa ketentuan dan identifikasi di atas masih umum dengan kriteria yang amat luas. Keadaan demikian memberikan kepada pihak pengambil keputusan kesempatan pengkajian yang ekstensif, tetapi juga mengandung lebih besar kemungkinan perbedaan interpretasi. Hal ini disebabkan karena sifatnya yang subjektif dan banyaknya variabel yang bersangkutan seperti pengalaman, latar belakang pendidikan dan pandangan hidup dari penilai. Ditambah lagi faktor-faktor sosial, ekonomi, dan politik yang mendorong diusahakannya prioritas yang dapat berbeda dari satu daerah atau negara dengan negara yang lain.

Daftar Wajib AMDAL

Dalam rangka penyempurnaan pengelolaan lingkungan hidup pada umumnya, khususnya masalah tersebut di atas, maka Menteri Negara Lingkungan Hidup telah mengeluarkan surat keputusan Kep-11/MENLH/3/94 tentang kegiatan yang wajib dilengkapi dengan AMDAL, meliputi:

- Jenis usaha yang wajib dilengkapi dengan AMDAL.
- 2. Jenis usaha yang rencana lokasinya berbatasan langsung dengan butir 1.
- 3. Jenis usaha yang dapat mengubah fungsi atau peruntukan suatu kawasan lindung.
- 4. Jenis usaha yang berada di kawasan lindung.

Surat Keputusan tersebut terlampir pada Apendiks IV.

10-3

Lingkup Analisis, Kelompok yang Berkepentingan dan Kerangka Acuan

Lingkup suatu analisis mencoba memberi batas dari suatu objek yang akan dikaji yang selanjutnya mengarahkan fokus pengkajian di dalam batas-batas tersebut. Hal ini bertujuan mencegah terjadinya pengkajian di luar permasalahan dan memperhatikan hanya masalah yang betul-betul relevan dengan tujuan pengkajian. Pada konteks ANDAL, masalah yang perlu mendapatkan fokus perhatian adalah mengidentifikasi dampak penting dari rencana aktivitas terhadap lingkungan hidup. Mengingat demikian banyak jenis kegiatan yang dapat memberikan dampak penting terhadap lingkungan, demikian pula sifat "kepekaan" lingkungan terhadap aktivitas yang menimpanya, maka dapat dimengerti bahwa tugas mengidentifikasi dan menyusun lingkup analisis bukanlah pekerjaan yang mudah, melibatkan berbagai kelompok kepentingan yang hidup di masyarakat, dan memerlukan masukan dan kajian dari berbagai jenis disiplin ilmu.

Kelompok yang Berkepentingan

Karena masalah lingkungan hidup menyangkut kehidupan masyarakat yang amat luas, maka pihak yang berkepentingan dengan pengkajian lingkungan hidup pun terdiri dari berbagai kalangan yang dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Pemrakarsa

Pemrakarsa adalah pihak yang mempunyai inisiatif mengajukan rencana kegiatan atau proyek. Dapat sebagai perorangan atau suatu badan. Pemrakarsa dapat juga sebagai pemilik proyek atau pihak lain (konsultan) yang diserahi tugas mengerjakan AMDAL. Untuk proyek E-MK, misalnya proyek pembangunan industri, maka sewajarnya bila pemrakarsa adalah pihak yang pertama-tama memiliki perkiraan atau pengetahuan teknis mengenai jenis dan lingkup kegiatan yang akan dikerjakan (lahan yang akan terkena pembangunan, tenaga kerja yang diperlukan, jenis pekerjaan, dan lain-lain) serta identifikasi limbah yang akan dihasilkan oleh operasi industri yang akan dibangun. Jadi, pemrakarsa yang akan berperan aktif dalam memberikan deskripsi proyek dan telaah lapangan, baik mengenai sifat fisik maupun sosial budaya. Mungkin sekali pada tahap awal proyek informasi mengenai hal tersebut masih bersifat umum, tetapi bila dianggap perlu pengkajian dapat dilanjutkan pada tahap berikutnya. Pemrakarsa juga mempunyai kesempatan untuk memperoleh sumber dari para pakar dan tenaga ahli, misalnya dari konsultan dan telaah kepustakaan untuk mengidentifikasi dampak dan lingkup analisisnya. Keterangan mengenai hal-hal tersebut akan menjadi bahan utama dalam menyiapkan ANDAL.

2. Instansi yang Bertanggung Jawab

Di Indonesia instansi yang bertanggung jawab adalah instansi pemerintah yang memiliki wewenang memberi keputusan atau persetujuan pelaksanaan rencana kegiatan. Untuk menilai dokumen AMDAL dibentuk komisi pusat dan daerah dengan tugas-tugas antara lain, menetapkan kerangka acuan untuk pembuatan ANDAL, menilai ANDAL, menilai RKL dan RPL. Agar dapat melaksanakan pekerjaan itu, anggota tim yang dibentuk instansi tersebut harus menguasai peraturan perundang-undangan, PP, GBHN, kebijakan pemerintah, prosedur, kondisi sosial, ekonomi, kependudukan, dan lain-lain yang erat hubungannya dengan lingkungan. Di samping berfungsi sebagai penilai dan memberikan persetujuan, instansi tersebut karena sifat profesinya dan keahliannya seringkali dapat menjadi nara sumber yang berbobot baik dalam aspek sosial, politik, budaya maupun teknik untuk penyusunan lingkup analisis dan TOR.

3. Masyarakat

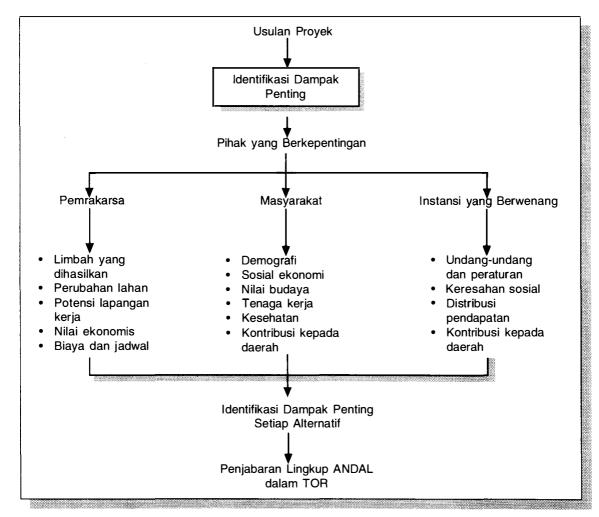
Masyarakat yang berkepentingan khususnya mereka yang akan terkena dampak dan mereka yang menaruh kepedulian terhadap lingkungan pada umumnya. Dapat terdiri dari perorangan atau organisasi, pemikir, pakar, pemimpin informal, dan lain-lain. Karena sebagai pihak yang akan merasakan langsung dampak yang akan timbul, maka masukan dari masyarakat perlu didengarkan dan diperhatikan. Bahkan seringkali harus diciptakan suatu kondisi yang mendorong partisipasi dan keacuhan masyarakat sehingga memahami apa yang akan terjadi dan siap menghadapinya. Di masyarakat sering pula terdapat pakar-pakar dan ahli lingkungan yang dapat dihubungi dan diminta masukan bagi maksud identifikasi dan lingkup analisis. Mengirim daftar pertanyaan (questioner) kepada anggota masyarakat merupakan salah satu cara untuk mengetahui pendapat mereka terhadap kegiatan proyek yang akan dilakukan. Dengan menyaring dan menganalis jawabannya akan menambah informasi yang diperlukan dalam menyusun lingkup analisis.

Gambar 10-2 merupakan ringkasan dari langkah-langkah menyusun lingkup ANDAL

dan TOR. Jadi, setelah mengidentifikasi dampak penting dengan melibatkan tiga kelompok tersebut di atas maka selanjutnya dengan membuat kajian alternatif berikut dampak yang ditimbulkan masing-masing alternatif.

10-4 Pendugaan Dampak

Pendugaan dampak merupakan bagian kegiatan AMDAL yang paling sulit. Digunakan kata pendugaan karena meskipun pada saat ini telah ditemukan berbagai metode untuk memperkirakan berbagai dampak yang akan terjadi tetapi hasilnya masih belum dapat menjawab semua masalah dampak lingkungan hidup. Hal ini disebabkan oleh beraneka-



Gambar 10-2 Proses identifikasi dampak penting, menyusun lingkup analisis, dan membuat TOR.

ragamnya masalah serta sifatnya yang dinamis. Unsur waktu dan banyaknya keterkaitan antara komponen-komponen lingkungan serta dampak yang dapat mengubahnya merupakan faktor penting yang perlu diperhatikan. Sifat dinamis dapat ditelusuri dari fakta-fakta yang telah terjadi, seperti akibat dari dampak terhadap komponen lingkungan tertentu dalam jangka panjang mungkin dapat menjadi penyebab adanya dampak baru terhadap lingkungan, dan selanjutnya. Sebagai contoh, akibat memasukkan mesin penumbuk padi ke desa-desa, telah membebaskan para pekerja wanita yang dahulunya melakukan kerja menumbuk padi dengan alat-alat tradisional (lesung). Dampak selanjutnya adalah hilangnya pendapatan pekerja wanita yang terbebaskan oleh alat modern tersebut, sehingga hilang pula salah satu sarana pemerataan pendapatan dalam lingkungan sosial yang bersangkutan.

Proses Pendugaan

Dalam kaitannya dengan proyek maka proses pendugaan dampak lingkungan mengikuti sistematika berikut:

 Pendugaan keadaan lingkungan tanpa (sebelum) proyek (Ra).

- Pendugaan keadaan lingkungan pada waktu ada proyek, baik pada masa pembangunan maupun operasi unit hasil proyek (Kp).
- 3. Dampak yang ingin diduga adalah selisih Kp terhadap Ra.

Pendugaan lingkungan tanpa proyek di masa mendatang dilakukan berdasarkan keadaan lingkungan saat penelitian, atau disebut zona lingkungan awal (environment baseline). Karena keanekaragaman subjek yang menjadi lingkupnya maka diperlukan berbagai tenaga ahli untuk menangani secara intensif dan ekstensif. Langkah pertama untuk mempermudah pendugaan adalah dengan mengumpulkan informasi sejarah yang meliputi aspekaspek fisika, kimia, biologi, ekonomi, sosial, dan politik. Di samping itu, juga melihat kecenderungan perkembangan lingkungan berdasarkan dinamika yang tumbuh di objek pengkajian, kemudian diadakan ekstrapolasi ke masa yang akan datang mencakup rentang kurun waktu pendugaan dampak yang ingin dikaji. Dampak dapat bersifat akumulatif, sehingga pendugaannya dapat lebih sulit, karena proses dan mekanisme terjadinya dampak kumulatif masih banyak yang belum diketahui.

10-5 RKL dan RPL

Rencana pengelolaan lingkungan (RKL) dan rencana pemantauan lingkungan (RPL) merupakan bagian dari AMDAL suatu proyek seperti terlihat di Gambar 10-3. Tujuan utamanya adalah untuk memperkecil dampak negatif dan memperbesar dampak positif yang disebabkan adanya proyek. Dalam gambar tersebut terlihat bahwa kedua rencana disusun berdasarkan hasil studi AMDAL. Suatu studi AMDAL yang hanya memuat hasil analisis dampak dan tidak diikuti dengan RKL dan RPL tidak akan banyak manfaatnya. Idealnya AMDAL, RKL, dan RPL dipersiapkan dalam satu paket yang utuh sehingga terdapat kesinambungan dalam mengkaji, menyimpulkan permasalahan, serta merencanakan pengelolaan dampak lingkungan yang bersangkutan. Suatu rencana pengelolaan lingkungan akan meliputi hal-hal sebagai berikut:

- a. Faktor lingkungan yang diduga akan terkena dampak. Faktor-faktor biologi, fisika, dan kimia serta aspek-aspek sosial ekonomi dan budaya yang terkena dampak dari adanya kegiatan proyek.
- b. Sumber dampak. Komponen-komponen kegiatan yang akan menjadi sumber dampak.
- c. Tindakan-tindakan yang akan dilakukan. Tindakan ini dapat berupa pencegahan, atau penanggulangan dampak negatif.
- d. Pemilihan alternatif. Misalnya, memilih alternatif proses produksi yang paling kecil memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.
- e. Biaya yang diperlukan. Suatu RKL yang lengkap akan memasukkan juga perkiraan

biaya yang diperlukan untuk implementasi pengelolaan lingkungan. Biaya ini terdiri dari modal pertama untuk membeli peralatan dan biaya operasinya.

f. Organisasi yang bertanggung jawab dan yang terkait. Memberi uraian mengenai organisasi yang akan bertanggung jawab atas pengadaan fasilitas serta pengelolaannya. Demikian pula instansi yang akan mengawasi pelaksanaan RKL.

Dalam kaitannya dengan memilih alternatif, yang perlu diperhatikan adalah apakah sudah tersedia teknologi yang dapat menanggulangi dampak negatif yang diduga akan timbul.

Rencana Pemantauan Lingkungan

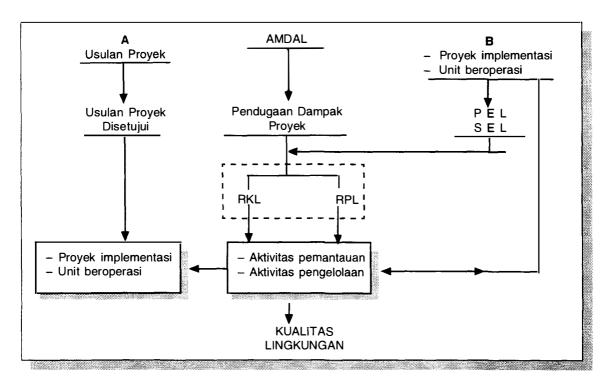
Dalam arti yang umum, memantau bermaksud mengikuti perkembangan objek yang dipantau untuk dikaji dan dibandingkan dengan sasaran yang dibuat berdasarkan pendugaan. Dalam hubungannya dengan AMDAL, pemantauan lingkungan adalah suatu proses pengukuran, pencatatan, analisis,

dan pelaporan yang berkesinambungan tentang dampak. Pemantauan dampak yang dilakukan secara tepat, baik mengenai obyek maupun jadwal, akan dapat memberi jawaban atas pertanyaan berikut:

- a. Apakah dampak yang diduga dalam AMDAL betul-betul terjadi?
- b. Bila terjadi apakah sifat dan ukurannya (skalanya) sesuai dengan yang diduga?
- c. Apakah waktu dan periode terjadinya sesuai dengan pendugaan?

Lebih lanjut, pemantauan dampak akan berguna untuk umpan balik RPL proyek atau kegiatan sejenis, dan untuk melihat efektivitas pengelolaan yang dilakukan, terutama terhadap usaha pengurangan dampak negatif, sehingga dapat dicari usaha lebih lanjut untuk perbaikan.

Gambar 10-3 memperlihatkan fungsi RKL dan RPL pada proses penanganan dampak lingkungan akibat adanya kegiatan yang berupa proyek dan beroperasinya unit hasil proyek.



Gambar 10-3 RKL dan RPL pada proses penanganan dampak lingkungan.

PEL dan SEL

Langkah-langkah penanganan dampak lingkungan yang terlihat pada Gambar 10-3 (A) adalah bagi proyek atau kegiatan yang sedang direncanakan, artinya belum dimulai implementasi fisik. Untuk proyek yang sedang berjalan atau unit yang sedang beroperasi pada waktu mulai diberlakukannya peraturan PP No. 29 Tahun 1986 ditetapkan suatu peraturan peralihan seperti terlihat pada Gambar 10-3 (B), yaitu dengan keharusan menyiapkan penyajian evaluasi lingkungan (PEL) dan studi

evaluasi lingkungan (SEL). PEL adalah telaahan secara garis besar tentang kegiatan yang sedang dilaksanakan, zona lingkungan pada saat penyajian dibuat, dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh kegiatan tersebut, dan rencana tindakan pengendalian dampak negatifnya. Adapun SEL adalah telaahan secara cermat dan mendalam tentang dampak penting suatu kegiatan yang sedang dilaksanakan. PEL dan SEL kemudian diikuti dengan mempersiapkan RKL dan RPL serta aktivitas pemantauan dan pengelolaan lingkungan.

10-6 Dampak Lingkungan Proyek E-MK

Di negara yang sedang membangun seperti Indonesia, di mana kegiatan ekonomi semula bertumpu pada sektor agraria dengan caracara bertani yang tradisional, relatif tidak banyak kegiatan yang berdampak negatif terhadap lingkungan. Baru kemudian setelah menginjak ke taraf industrialisasi terasa adanya keperluan untuk menyeimbangkan antara kebutuhan-kebutuhan industrialisasi dengan daya dukung lingkungan. Pada mulanya banyak kalangan berpendapat bahwa keberhasilan industrialisasi diukur sejauh mana produk memberi kemakmuran dan kepuasan kepada para konsumen, serta lapangan kerja yang dapat menampung tenaga yang melimpah. Agar dapat menghasilkan produk dengan efisien, ekonomis, dan dalam jumlah besar diperkenalkan teknologi produksi yang belum pernah dipraktekkan. Kehadiran teknologi dengan aktivitas komponennya sedikit atau banyak berinteraksi dengan komponen lingkungan. Dengan asumsi bahwa industrialisasi merupakan langkah yang perlu ditempuh, yang harus diperhatikan adalah dampak interaksi tersebut bila terjadi dampak negatif, diupayakan untuk menanggulanginya sambil mendorong terjadinya dampak positif.

Sistematika

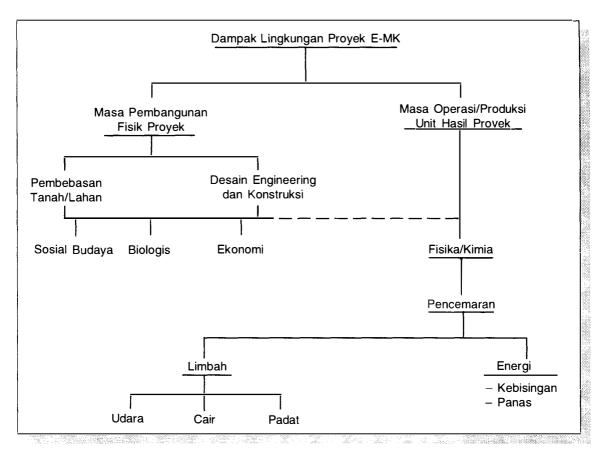
Dampak lingkungan proyek E-MK golongan industri secara garis besar terlihat pada Gambar 10-4 dengan uraian sebagai berikut:

Masa Pembangunan Fisik Proyek

Pada masa pembangunan ini kegiatankegiatan yang mempunyai dampak terhadap lingkungan terdiri dari:

1. Pembebasan Tanah dan Penyiapan Lahan

Meliputi aspek sosial budaya, biologi, ekonomi, dan sampai derajat tertentu aspek teknik (fisika dan kimia). Pada waktu pembebasan tanah untuk lokasi pembangunan pabrik dan prasarananya (pelabuhan, lapangan terbang, jalan, dan lain-lain) terjadi pemindahan penduduk termasuk pengalihan mata pencarian mereka ke tempat lain. Pada periode ini biasanya timbul masalah sosial budaya dan ekonomi yang cukup rumit. Dari segi nasional adanya proyek pembangunan industri bertujuan menciptakan dampak yang positif, artinya dapat meningkatkan taraf kehidupan masyarakat secara keseluruhan. Namun masyarakat setempat yang semula bertempat tinggal di lokasi proyek seringkali merasakan dampak negatifnya lebih besar dari positifnya. Lebih-lebih di daerah yang tingkat pengetahuan dan keterampilan penduduknya masih terlalu rendah untuk mengisi kesempatan yang tersedia dengan adanya pembangunan proyek seperti lapangan kerja baru, kesempatan berusaha, berkembangnya struktur ekonomi, dan lain-lain. Aspek lain yang menyangkut masalah lingkungan pada tahap ini adalah sebagai berikut:



Gambar 10-4 Dampak lingkungan proyek E-MK golongan industri.

- Berkurangnya areal pertanian, hutan, pemukiman, dan lain-lain.
- Berkurangnya daya serap dan retensi air.
- Banjir dan perubahan ekologi.

Di sini diperlukan pengkajian yang intensif untuk meningkatkan dampak positif berbagai aspek akibat kehadiran proyek di daerah mereka.

2. Masa Desain Engineering dan Konstruksi

Untuk proyek-proyek industri sejak awal yaitu sejak tahap desain-engineering telah harus diperhatikan pemilihan teknologi proses produksi, seleksi peralatan, dan material dengan memikirkan alternatif-alternatif yang berdampak negatif sekecil mungkin terhadap lingkungan. Demikian pula rencana penanganan dan pemanfaatan limbah yang akan

menjadi produk sampingan (by product). Untuk proyek pembangunan gedung atau struktur yang besar dan tinggi agar dipertimbangkan segi arsitekturnya dari sudut keserasian dengan alam, kebudayaan, dan tidak mengganggu keindahan panorama lingkungan sekeliling.

3. Tenaga Kerja Pendatang

Untuk proyek-proyek pembangunan industri berskala besar, kebutuhan akan tenaga kerja terampil dan penyelia pada periode puncak masa konstruksi (1,5 sampai 2 tahun) seringkali mencapai lebih dari 7.000 orang. Karena belum siapnya tenaga lokal maka sebagian besar tenaga tersebut didatangkan dari luar daerah. Mereka membawa serta kebiasaan dengan latar belakang yang berbeda. Hal ini dapat mengubah struktur kependudukan, nilai-nilai, dan persepsi serta adat istiadat penduduk setempat.

Dampak sosial, dan budaya cukup substansial, dan bila tidak dipersiapkan kondisi setempat sebaik-baiknya maka akan timbul dampak negatif yang semakin besar. Keadaan ini dapat diperbaiki dengan jalan mengusahakan sebanyak mungkin tenaga setempat mengisi lapangan kerja yang tersedia, misalnya diadakan pendidikan dan pelatihan khusus dalam rangka persiapan implementasi fisik proyek. Adapun dampak positif pada masa konstruksi antara lain adalah dengan adanya pendatang baru yang memiliki pendapatan yang relatif cukup maka akan merangsang kehidupan ekonomi di sekitar proyek lebih aktif, yang secara potensial dapat menaikkan tingkat pendapatan masyarakat sekitar lokasi proyek. Dalam pada itu, dampak yang terjadi pada masa pembebasan tanah yang terbawa ke masa konstruksi perlu tindak lanjut penanganannya.

Masa Unit Operasi

Pada waktu pembangunan fisik proyek selesai dan unit hasil proyek beroperasi/berproduksi, maka potensi pencemaran terhadap lingkungan merupakan masalah yang harus diperhatikan secara terus-menerus. Pencemaran dapat terjadi karena limbah buangan yang secara teratur maupun tidak teratur keluar dari pabrik. Yang teratur dari proses operasi normal dan yang tidak teratur dapat terjadi, misalnya, karena keadaan darurat seperti kebocoran pipa, tumpahan, macetnya instrumen pengendalian operasi, kebakaran, dan lain-lain. Pencemaran dapat berasal dari limbah cair, gas, padat, dan juga berupa kebisingan dan radiasi. Ringkasan terjadinya berbagai dampak lingkungan den gan adanya kegiatan proyek dan beroperasinya unit hasil proyek disajikan pada Tabel 10-1.

10-7 Proses Produksi dan Limbah Industri

Telah disebutkan di atas bahwa pencemaran terjadi karena adanya limbah, yaitu material buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak diingini karena tidak mempunyai nilai ekonomi, bahkan sering menjadi sumber pencemaran. Limbah dihasilkan terutama dari proses produksi industri yang secara sederhana diperlihatkan pada Gambar 10-5.

└ Proses produksi dimulai dengan memasukkan bahan baku kemudian mengolahnya dan diakhiri dengan menghasilkan produk sesuai kriteria dan spesifikasi yang ditentukan. Di samping bahan baku, seringkali diperlukan pula bahan lain untuk membantu proses pengolahan yang dikenal sebagai katalis. Pada proses pengolahan terjadi peristiwa-peristiwa mekanis, fisika (unit operation), dan kimia (unit process). Tergantung jenis industri kadangkadang juga terjadi peristiwa biologi. Peristiwa di atas terjadi dalam waktu yang bersamaan ataupun secara berurutan dengan cara yang terkoordinasi dalam peralatan yang keseluruhannya akan merupakan kilang atau pabrik. Proses pengolahan umumnya mengikuti langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menyiapkan bahan mentah atau umpan yang dikenal sebagai feed preparation atau pre treatment. Bahan mentah sebelum siap untuk diolah pada umumnya memerlukan penanganan tertentu, seperti pembersihan dari kotoran, menyesuaikan ukurannya dengan memotong, dan lain-lain. Sebagai contoh, kadar belerang minyak di dalam minyak mentah (umpan) atau kadar gas CO₂ di dalam gas alam (umpan) harus diturunkan dulu sebelum minyak mentah atau gas alam tersebut dapat diolah berturut-turut menjadi bahan bakar bensin atau LPG.
- b. Pengolahan utama untuk mengkonversikan bahan mentah menjadi produk. Pada proses ini bahan mentah yang sudah disiapkan diolah pada kondisi suhu, kecepatan aliran, dan tekanan tertentu. Di samping produk utama, sering kali dihasilkan juga produk sampingan yang tidak diingini.
- Memisahkan produk dari hasil sampingan dan memurnikan sesuai mutu yang diinginkan.

Tabel 10-1 Jenis kegiatan dan potensi dampak terhadap lingkungan selama pembangunan proyek dan unit beroperasi.

DAMPAK LINGKUNGAN PROYEK E-MK											
Jenis Kegiatan									 		
Dampak Terhadap Lingkungan	Pembebasan Tanah dan Penyiapan Lahan				Engineering dan Konstruksi			Operasi/ Produksi			
	а	b	С	d	е	f	g	h	i	j	k
SOSIAL BUDAYA											
- Demografi	•	•									
- Nilai budaya	•	•									
- Peninggalan sejarah			•								
- Keresahan sosial	•	•									
- Keserasian lingkungan					•						
EKONOMI											
- Struktur ekonomi	•	•									
- Lapangan kerja						•	•	•			
- Mata pencaharian	•	•		•							
- Pendapatan	•	•									
PENCEMARAN AIR											
- Kekeruhan						•		•	•	•	
- Konsentrasi bahan kimia									•	•	
- Suhu									•	•	
- BOD			i						•	•	
- COD			İ						•	•	
PENCEMARAN UDARA			İ								
- Kebisingan			İ					•			
- Suhu			İ					•	•		
- Kelembaban			İ					•		-	
- Partikel								•	•		•
- Bahan kimia								•	•		
LAIN-LAIN											
- Flora			•					•	•	— —	
- Fauna			•					•	•	l	
- Erosi tanah						•	•	•			

Keterangan:

PEMBEBASAN TANAH DAN PENYIAPAN LAHAN

- a. Pemindahan penduduk
- b. Pemukiman kembali (resettlement)
- c. Pembukaan areal, penebangan hutan, dan lain-lain
- d. Pembuatan prasarana sementara.

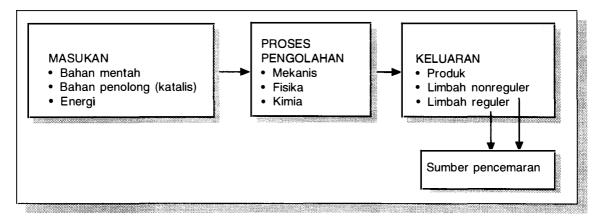
ENGINEERING DAN KONSTRUKSI

e. Desain engineering

- f. Pembuatan saluran DAN pondasi
- g. Membangun gedung DAN memasang peralatan
- h. Membangun pelabuhan (pengerukan, tiang pancang dan lain-lain

OPERASI/PRODUKSI

- i. Proses pengolahan
- j. Kebocoran
- k. Pengepakan dan transportasi



Gambar 10-5 Potensi sumber pencemaran dari suatu industri.

Untuk jenis industri tertentu, misalnya pengalengan bahan makanan, pabrik minyak tanah, pabrik sabun menghasilkan limbah cair yang berasal bukan saja dari proses produksi tetapi juga dari air pencuci lantai gedung atau tempat lain di mana proses produksi dilakukan. Aliran air cucian di atas jumlahnya cukup besar dan mengandung bahan-bahan tumpahan yang terjadi sehari-hari selama pabrik beroperasi.

Dari uraian singkat di atas terlihat bahwa dalam proses produksi dihasilkan juga limbah. Limbah ada yang mengandung bahan-bahan bersifat berbahaya, misalnya mudah terbakar, beracun, atau sifat-sifat lain yang tidak diingini. Bahan-bahan tersebut keluar dari unit industri dan masuk ke dalam alam lingkungan melalui media udara, air ataupun padat yang kemudian dikenal sebagai bahan pencemar atau polutan. Potensi sumber pencemaran dari suatu industri tergantung dari proses yang digunakan, jenis dan kondisi peralatan, sistem penanggulangan yang ada, dan ketelitian operasi yang bersangkutan. Sebagai gambaran, industri pengilangan minyak atau petrokimia, pencemaran tersebut berasal dari:

- Cerobong asap dapur yang dapat mengeluarkan unsur-unsur CO, CO₂, SO₂ dan gas beracun yang lain.
- Cerobong pembakaran pembuangan gas (flare) berupa hasil-hasil pembakaran tidak sempurna dari hidrokarbon.
- Pembuangan air pendingin dari instalasi, yang temperaturnya di atas temperatur lingkungan.

- Bahan-bahan kimia untuk proses ataupun produk sampingan.
- Kebisingan oleh beroperasinya peralatan dalam instalasi.
- Pembuangan limbah cair maupun padat.

Tabel 10-2 memperlihatkan senyawa pencemar atau polutan yang dapat ditimbulkan oleh beberapa jenis industri.

Dari sifat-sifat atau kenampakan fisiknya, limbah/komponen polutan dapat dibagi menjadi limbah cair, gas, padat, dan energi (kebisingan dan panas).

A. Limbah Cair

Limbah cair adalah buangan limbah yang mengandung kadar air cukup tinggi. Limbah jenis ini umumnya berasal dari industri yang dalam operasinya banyak berkaitan dengan air, baik yang semula diperlukan untuk proses produksi maupun terbawa oleh bahan baku yang perlu dikeluarkan atau dari air cucian tempat di mana proses produksi berlangsung. Beberapa kategori polutan dalam air adalah sebagai berikut:

Material Pengkonsumsi Oksigen

Bahan-bahan yang mudah di oksidasi oleh oksigen yang larut di dalam air (berarti mengurangi kadar oksigen di dalam air) dikategorikan sebagai ODM. Material kategori ini umumnya berasal dari degradasi secara biologi (bio-degradable) senyawa organik dan

dalam jumlah terbatas juga senyawa anorganik. Dampak keberadaan ODM dalam air media penerima (telaga atau sungai yang menerima limbah) membahayakan makhluk hidup lain yang hidupnya juga tergantung oksigen seperti ikan dan lain-lain. Limbah industri yang terkenal kandungan ODM-nya tinggi adalah pengolahan bahan makanan, industri kertas, kayu dan pengolahan karet. Juga industri lain yang limbahnya mengandung senyawa phosfat yang cukup tinggi. Metode mengukur ODM dikerjakan dengan cara menganalisis besar BOD (biochemical oxygen demand) dengan asumsi bahwa ODM dalam air akan dioksidasi menjadi air dan karbondioksida.

Nutrisi

Semua jasad yang hidup memerlukan nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Nutrisi dalam aspek ini adalah Nitrogen dan Phospor. Persoalan timbul bilamana nutrisi tersebut kadarnya melebihi keperluan normal, sehingga keseimbangan yang semula telah tercapai menjadi terganggu. Seperti adanya organisme tertentu berkembang biak terlalu cepat sehingga mendesak pertumbuhan yang lain. Sumber utama nutrisi adalah limbah pabrik detergen, pupuk, dan industri pengolahan makanan.

Tabel 10-2 Berbagai polutan yang berasal dari industri.

POTENSI JENIS PENCEMARAN
BOD, COD, NH ₃ , SS dan DS.
pH, BOD, COD, SS, DS.
pH, BOD, SS.
BOD, COD, SS, DS, CI.
BOD, COD, SS, DS, NH ₃ .
BOD, COD, DS, warna, SS, Cu, Cr, Zn, G.
DS, SS, pH, panas.
BOD, COD, SS, basa, panas, partikel logam berat.
BOD, COD, DS, pH, panas.
pH, P, F, Cd, As, V, N, O, NO ₃ .
O, S, Fenol, NH ₃ , O, SS, DS, panas, pH dan partikel logam berat.
BOD, SS, DS, COD, Cn, pH, P, warna, partikel logam berat, N, O&G, panas.
SS, Cr, Mn, O, fenol, PO4.
NH ₃ , pH, Fenol, panas, BOD, COD, DS, warna, SS, O&G.
BOD, warna, Cl, S, fenol, Cr.
BOD, COD, SS, DS, warna.

Keterangan:

BOD - Biochemical oxigen demand DS - Dissolved solid

COD - Chemical oxigen demand O - Oil SS - Suspended solid G - Grease

(Sumber: "Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri" oleh Ir. Perdana Ginting, 1992).

Suspensi Benda Padat

Suspensi benda padat atau suspended solid adalah partikel senyawa organik atau anorganik yang berada di dalam air, terbawa oleh aliran limbah cair. Kadar suspensi benda padat akan bertambah dengan cepat jika aliran melewati daerah yang terkena erosi kuat, seperti area logging, penambangan jenis strip mining atau di lahan konstruksi. Bila aliran yang mengandung suspensi tersebut kecepatannya berkurang, misalnya sampai di danau, reservoir atau sungai yang dibendung maka sebagian suspensi akan mengendap menjadi sedimen, sehingga lambat laun akan mengurangi daya gunanya dan menimbulkan kerusakan ekosistem, terutama bagi habitat (aquatic organism).

Senyawa Anorganik

Senyawa anorganik yang terdapat dalam limbah cair dengan jumlah besar akan menentukan sifat cairan yang bersangkutan, misalnya keasaman (dinyatakan dalam pH) alkalinitas, kesadahan, dan lain-lain. Keasaman ditentukan oleh jumlah ion hidrogen bebas yang terlarut di air. Banyak mikroorganisme dan makhluk hidup lain dalam air tidak dapat

bertahan terhadap keasaman maupun alkalinitas yang tinggi. Air dengan pH rendah bersifat korosif terhadap material dan peralatan yang terbuat dari logam besi. Senyawa anorganik yang berupa mangan (Mn), magnesium (Mg), kalsium (Ca), serta besi (Fe) membuat air menjadi sadah, yang tidak dapat dipakai untuk mencuci dan mudah mengendap menjadi kerak pipa katel uap serta peralatan-peralatan industri.

Senyawa Organik

Jenis senyawa organik dalam limbah industri yang terkenal adalah lemak dan minyak. Lemak dan minyak sukar larut dalam air, membentuk lapisan tipis yang mengambang di permukaan air sehingga menghalangi proses fotosintesis di dalam air. Minyak sebagai komponen limbah umumnya datang dari tumpahan minyak pelumas mesin-mesin pabrik yang kemudian terbawa ke limbah oleh air cucian. Senyawa organik lain yang sering terdapat dalam limbah industri adalah protein dan karbohidrat. Senyawa ini mudah diuraikan menjadi komponen-komponennya oleh organisme yang terdapat dalam air.

Tabel 10-3 Berbagai kategori polutan dalam limbah cair.

	Sumber Utama				
Kategori	Limbah industri	Limbah domestik			
Material pengkonsumsi oksigen (Oxygen demanding material-ODM)	•	•			
Nutrisi	•	•			
Suspensi benda padat (Suspended solid)	•	•			
Logam dan senyawa anorganik	•				
Bahan kimia organik	•				
Bahan beracun	•				
Panas (temperature)	•				
Kuman penyakit (bakteri atau virus)		•			

Bahan Beracun

Beberapa jenis industri mengeluarkan limbah yang mengandung logam beracun seperti timbal (Pb), air raksa (Mg), dan arsen (As). Bila kadarnya dalam air yang menerima limbah tersebut cukup tinggi, akan menyebabkan air yang bersangkutan tidak dapat dipakai lagi dalam jangka waktu yang lama untuk pengairan maupun kegiatan produktif lain

B. Limbah Pencemaran Udara (Gas)

Limbah yang berasal dari industri yang berbentuk gas atau partikel adalah sumber utama pencemaran udara. Partikel ini terdiri dari debu, kabut, jelaga, dan asap. Sedangkan yang berbentuk gas yang terkenal adalah senyawa-senyawa kimia seperti belerang (SO₂, SO₃), karbon (CO, CO₂), nitrogen (N₂O, NO, NO₂), hidrokarbon (CH₄, C₄H₁₀), dan lain-lain. Adapun akibat dari bahan pencemar tersebut dapat digolongkan sebagai berikut:

1. Terhadap Material

Kerusakan oleh polutan yang berbentuk partikel dan gas terhadap material berupa abrasi, deposisi, dan korosi. Abrasi terjadi bila partikel seperti debu atau bahan padat halus bergerak dengan kecepatan tinggi menggosok/menumbur material lain secara terusmenerus. Ini terjadi pada alat-alat pemisah benda padat dengan gas seperti cyclone dan lain-lain. Deposisi disebabkan oleh pengendapan atau melekatnya partikel di permukaan peralatan atau struktur bangunan, misalnya jelaga atau abu yang melekat pada dinding dan atap bangunan rumah di sekitar pabrik.

Dampak pencemaran udara yang bersifat merusak dan berakibat jauh adalah korosi. Proses korosi dapat berupa reaksi kimia langsung antara polutan dengan material yang terkena polusi, atau melalui terbentuknya perbedaan potensial melalui proses elektrokimia. Contoh yang jelas dari reaksi kimia langsung di atas adalah polutan gas yang bersifat reduktor atau oksidator (H₂S, SO₂, NO₃) bersinggungan dengan logam seperti besi, seng, dan lain-lain akan mengakibatkan karatan dan menjadi rapuh. Korosi tersebut dipercepat dengan kehadiran air (kelembaban)

dan kenaikan suhu. Oleh karena itu, daerah tropis dengan kelembaban dan suhu udara yang lebih tinggi sering terjadi korosi yang lebih cepat dibanding daerah subtropis.

2. Terhadap Tumbuh-tumbuhan

Daun merupakan bagian tumbuh-tumbuhan yang mempunyai fungsi amat penting, yaitu sebagai pusat produksi makanan yang kemudian didistribusikan ke seluruh bagian tumbuh-tumbuhan yang bersangkutan. Di sini diproses CO, dari udara menjadi karbohidrat dengan bantuan sinar matahari, sehingga gangguan yang dapat mengurangi intensitas sinar matahari yang jatuh ke permukaan daun akan berakibat mengganggu kelancaran proses di atas, misalnya debu pabrik semen yang terus-menerus menutupi permukaan daun tanaman. Senyawa kimia seperti NO, melebihi 2,5 ppm selama 5 jam telah cukup merusak protoplasma daun. Sedangkan SO, dengan kadar 0,3 ppm selama 8 jam telah cukup merusak daun tanaman yang dikenal sebagai bleaching. Dampak selanjutnya dari peristiwa di atas adalah tanaman tidak dapat tumbuh subur, kerdil, menghasilkan buah-buahan dan sayuran yang kualitas dan kuantitasnya di bawah situasi di mana udara lingkungan tidak tercemar. Oksida nitrogen (NO, NO₃) dan oksida belerang (SO₂, SO₃) bila bereaksi dengan oksigen di udara membentuk senyawa nitrat dan sulfat yang mudah larut dalam air. Peristiwa ini menyebabkan "hujan asam" yang merusak tanaman dan hutan di daerah perindustrian.

3. Terhadap Kesehatan

Pencemaran udara yang berpengaruh terhadap kesehatan terutama terbawa oleh sistem pernafasan. Beberapa yang terpenting diantaranya adalah sebagai berikut:

• Monooksida Karbon (CO)

Gas tersebut tidak berbau, dan mudah bersenyawa dengan butir darah merah. Kadar CO lebih dari 5.000 ppm di udara bila terhirup oleh pernafasan akan berakibat fatal bagi manusia. Senyawa ini berasal dari pembakaran yang tidak sempurna, seperti asap dari knalpot kendaraan bermotor, bahan bakar fosil di pabrik, atau dari proses industri.

Timah Hitam (Pb)

Di samping terbawa lewat sistem pernafasan juga dapat melalui makanan atau minuman. Unsur ini beracun dan dalam tubuh bersifat kumulatif. Sebagian besar senyawa Pb yang ditambahkan ke bahan bakar BBM dalam proses pembakaran akhirnya akan terbuang ke udara.

Hidrokarbon

Banyak senyawa hidrokarbon hasil pembakaran minyak, atau yang berbentuk aromatik hidrokarbon atau pestisida dengan kadar tertentu menjadi bersifat racun.

Partikel

Suspensi partikel di udara umumnya berasal dari kegiatan alami, proyek konstruksi, dan industri (debu halus gunung berapi, debu akibat kegiatan konstruksi, topan, dan asap dari cerobong pabrik). Partikel tersebut dapat mengganggu pemandangan dan pernafasan. Partikel yang berasal dari hancuran asbes dapat merusak organ paru-paru.

C. Limbah Padat

Limbah padat buangan industri atau sampah domestik dapat berupa bubur, lumpur, atau betul-betul padat (sisa-sisa logam, plastik, dan lain-lain). Limbah padat yang terdiri dari berbagai material dan senyawa tertumpuk, misalnya di pembuangan/pengumpulan sampah terbuka, lambat laun senyawa-senyawa organik komponen limbah dengan bantuan bakteri mengalami reaksi pembusukan dan mengeluarkan zat pencemaran terhadap udara (NH,, H,S, dan lain-lain) dan dapat larut dalam air yang mengalir pada waktu hujan. Keadaan tersebut mengurangi kualitas udara dan air di lingkungan yang bersangkutan. Salah satu jenis limbah padat yang berupa lumpur adalah senyawa merkuri (Hg) yang terdapat dalam media penyerap karbon (activated carbon) pada limbah yang berasal dari kilang LNG. Senyawa merkuri ini berasal dari gas alam yang akan diproses menjadi LNG, dan harus dipisahkan karena amat korosif terhadap peralatan serta berbahaya bagi kesehatan manusia.

D. Pencemaran Berupa Energi

Pencemaran energi terdiri dari kebisingan dan panas.

1. Kebisingan

Kebisingan diartikan sebagai suara yang tidak diinginkan. Hal ini karena kebisingan dengan intensitas dan lama waktu (duration) tertentu dapat mengurangi kenyamanan (mengganggu ketenangan dan mengacau konsentrasi) bahkan juga merusak daya pendengaran seseorang. Suara timbul sebagai akibat adanya getaran yang tertangkap oleh telinga. Frekuensi getaran suara yang dapat ditangkap oleh telinga manusia sebesar antara 20 sampai 16.000 Hz. Percakapan sehari-hari terletak antara 500 – 2.000 Hz. Untuk menyatakan tingkat gangguan atau kebisingan dinyatakan sebagai Sound Pressure Level-Lp dengan rumus sebagai berikut:

$$Lp = 20 \log = \frac{P}{Po}$$

di mana,

Lp = Tingkat kebisingan dalam bel

P = Tekanan suara yang dianalisis dinyatakan dalam μ bar

Po = Tingkat tekanan referensi (sound pressure reference) dinyatakan dalam μ bar

Sebagai referensi ditentukan = 20 micropascals (μ Pa), yaitu tingkat tekanan normal untuk manusia.

2. Karakteristik Kebisingan

Di dalam mengkaji kebisingan, dua parameter yang harus diperhatikan adalah frekuensi (tinggi/rendah) suara dan keras/lemah suara. Telinga manusia tidak memberikan tanggapan (response) yang sama terhadap frekuensi, dalam arti kurang tanggap pada frekuensi rendah dan frekuensi tinggi dibanding terhadap frekuensi yang biasa dipakai pada pembicaraan normal. Oleh karena itu, digunakan cara pembobotan (weighted value). Unit hasil perhitungan dengan cara pembobotan dinyatakan dalam dBA.

3. Terkena Kebisingan dan Kerusakan Pendengaran

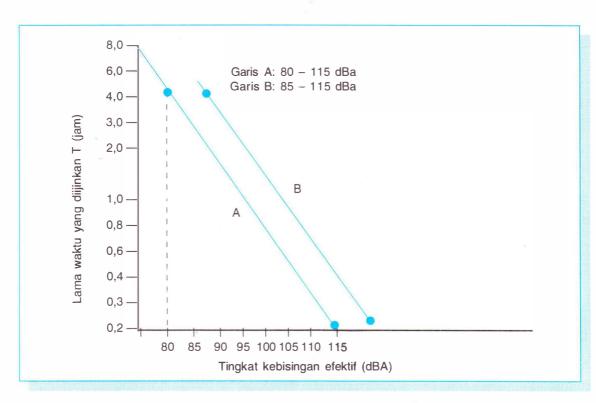
Akibat terkena kebisingan (noise exposure) terhadap pendengaran manusia dapat berupa perubahan sementara ambang pendengaran (temporary threshold shift-TTS) atau perubahan tetap ambang pendengaran (permanent threshold shift-PTS). Tingkat kebisingan di atas 60 sampai 80 dBA dapat menyebabkan seseorang mulai mengalami gangguan TTS. Intensitas TTS meningkat sebanding dengan lamanya terkena kebisingan. Risiko mengalami PTS dapat terjadi bila seseorang terkena kebisingan di atas 92 dBA secara berulang-ulang dan dalam waktu yang cukup lama. The National Institute for Occupational Safety and Health-NIOSH di Amerika Serikat menyarankan agar seseorang dijaga jangan sampai terkena kebisingan (noise exposure) baik terusmenerus maupun terputus-putus yang besarnya melewati garis batas B pada Gambar 10-6. Sedangkan untuk instalasi baru agar dirancang sedemikian rupa sehingga tidak melewati garis batas A.

Sumber Kebisingan Kegiatan Proyek

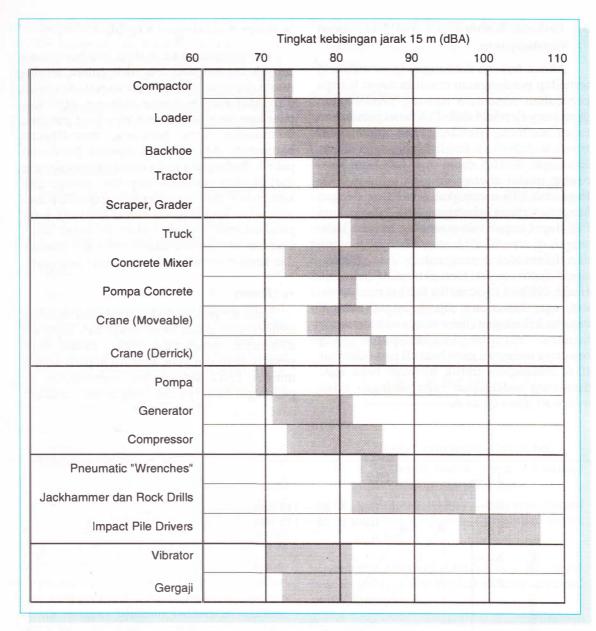
Kebisingan pada waktu pembangunan proyek berasal dari interaksi antara mesinmesin dan material, bekerjanya alat -alat berat dan alat-alat mekanis lainnya sewaktu pabrikasi, penyiapan lahan, membuat pondasi, memasang tiang pancang, mendirikan bangunan, dan uji coba operasi peralatan pabrik. Sedangkan pada masa operasi datang dari gesekan peralatan berputar, (pompa dan kompresor) dari sistem *exhaust* gas turbin dan regenerasi katalis (pada kilang minyak), serta pembakaran bahan bakar di ketel uap. Gambar 10-7 menunjukkan beberapa sumber dan tingkat kebisingan pada masa konstruksi.

Panas

Suhu air pendingin buangan dari instalasi industri sering kali lebih tinggi dari suhu air di tempat penerima (sungai, danau, atau pantai). Berbagai jenis industri seperti kilang minyak, LNG, dan lain-lain memerlukan air pendingin dalam jumlah yang besar. Kenaikan



Gambar 10-6 Batas terkena kebisingan (noise exposure) menurut NIOSH.



(Sumber: "M.L. Davis dan D.A. Cornwell 1991" dalam "Environmental Engineering).

Gambar 10-7 Rentang tingkat kebisingan yang berasal dari berbagai jenis peralatan konstruksi.

suhu lingkungan akibat pembuangan air pendingin dapat menggangu kehidupan berbagai jenis ikan dan plankton, di samping itu juga menyebabkan naiknya BOD.

10-8 Baku Mutu

A. Standar/Baku Mutu

Pada umumnya, tidak mungkin dicapai keadaan yang sama sekali tidak terjadi pelepasan unsur-unsur pencemaran ke lingkungan lokasi industri, misalnya air limbah dari kilang minyak yang berkadar hidrokarbon 0 persen sepanjang waktu. Hanya saja kadar bahan-bahan tersebut, yaitu bahan yang dapat menyebabkan pencemaran tidak boleh melewati angka tertentu. Dalam hubungan ini dikenal istilah udara ambien, yaitu udara yang terdapat di sekitar kita. Baku mutu atau standar kualitas ambien udara adalah tingkat kualitas udara yang harus dipenuhi, dengan sedikit safety margin untuk melindungi kesehatan masyarakat. Jadi, dalam hal ini besar angka standar kualitas dapat diartikan identik dengan kadar maksimum yang diperbolehkan. Berbagai negara termasuk Indonesia telah menentukan angka toleransi tersebut untuk dipakai sebagai pedoman dalam masalah pelestarian lingkungan hidup. Umumnya standar kualitas yang diberlakukan di negara maju lebih ketat dibanding di negara berkembang, sebagai akibatnya biaya proyek akan lebih tinggi karena harus melengkapi fasilitas pabriknya dengan peralatan yang mampu mengendalikan zat pencemar lebih baik. Sebagai perbandingan Tabel 10-4 memperlihatkan standar kualitas udara ambien di Indonesia (KEP-02/MENKLH/I/1988) dan USA (US Environmental Protection Agency).

B. Baku Mutu Ambien dan Baku Mutu Limbah (Emisi)

Di atas telah disebutkan bahwa baku mutu ambien adalah standar kualitas ambien yang harus dipenuhi untuk menjaga kesehatan masyarakat khususnya dan lingkungan pada umumnya. Dalam hal ini terdapat hubungan yang erat antara baku mutu limbah (misalnya, dari pabrik) dengan kualitas ambien lingkungan. Sebagai contoh, lingkungan A yang kualitas ambiennya masih amat baik berarti kadar komponen pencemarnya masih jauh di bawah baku mutu. Sebaliknya, lingkungan B yang memiliki kualitas ambien mendekati baku mutu, maka kadar komponen pencemarnya sudah cukup tinggi sehingga daya tampung terhadap pencemaran baru lebih kecil dibanding lingkungan A. Oleh karena itu, pabrik yang akan didirikan di lingkungan B terkena baku mutu limbah yang lebih ketat. Keadaan seperti di atas yang menjadi dasar mengapa di kota-kota industri umumnya memiliki baku mutu limbah lebih ketat dibanding baku mutu limbah di daerah pedesaan yang lingkungannya relatif belum mengalami pencemaran. Tabel 10-5 memperlihatkan beberapa baku mutu limbah (emisi) di Indonesia berdasarkan KEP-02/ MENKLH/I/1988.

Peralatan Pengendalian

Telah dibahas sebelumnya bahwa dalam usaha pengendalian dan pencegahan pencemaran lingkungan telah dilakukan pendekatan institusional, seperti dikeluarkannya Undang-undang serta berbagai peraturan pelaksanaan yang bersangkutan. Pendekatan tersebut bertitik tolak pada usaha meningkatkan kesadaran pelaku dan masyarakat pada umumnya untuk menjaga kelestarian ling-

Tabel 10-4 Baku mutu/standar kualitas udara *ambien* di Indonesia dan USA untuk beberapa jenis zat pencemar.

Parameter	Waktu perataan (<i>averaging time</i>) (Jam)		Standar (ppm)	
	USA	RI	USA	RI
Karbon monooksida (CO)	8,0	8,0	9,0	20,0
 Nitrogen dioksida (N₂O) 	1,0	24,0	0,25	0,05
Partikel (debu)	24	24	260	260
 Sulfur dioksida (SO₂) 	24	24	0,14	0,1
Timah hitam (Pb)	bulan	24	1,50 μg/m³	0,06 mg/m ³

Tabel 10-5 Beberapa senyawa pada baku mutu udara limbah (emisi).

Parameter	Satuan	Baku mutu		
		Ketat	Sedang	Ringan
Oksida nitrogen	g/m³	1,70	4,60	4,60
Karbon monooksida	g/m³	1,00	1,00	1,00
Hidrogen sulfida	ppm	5,00	5,00	6,25
Metil mercaptan	ppm	0,002		0,01
Amonia	ppm	1,00	r Degell - Break	1,00
Gas chlorin	g/m³	0,20	0,25	0,30
Timah hitam	mg/m³	0,025	0,025	0,04
• Seng	mg/m³	0,10	0,10	0,15
Air raksa	mg/m³	0,01	0,01	0,02
• Arsen	mg/m³	0,025	0,025	0,04
Cadmium	mg/m³	0,015	0,015	0,025
Antimon	mg/m³	0,025	0,025	0,04

kungan, serta sanksi-sanksi hukum bagi mereka yang melanggar ketentuan yang telah digariskan. Pada masa sekarang tersedia bermacam jenis peralatan pengendalian yang canggih untuk menanggulangi atau memroses limbah, sehingga bila dioperasikan dengan tepat dan cermat tidak sampai menjadi penyebab terjadinya pencemaran lingkungan, atau dengan kata lain konsentrasi zat-zat pencemar tidak melewati ambang batas atau baku mutu yang diijinkan. Jadi, usaha tersebut terakhir ini bersifat teknik, dan diperlukan biaya yang cukup tinggi untuk pengadaan dan pengoperasiannya. Faktor ini harus dimasukkan dalam perhitungan mengkaji dan menilai kelayakan proyek.

RINGKASAN

- Dampak lingkungan adalah perubahan lingkungan yang disebabkan oleh suatu kegiatan.
 Kegiatan dapat terjadi oleh proses alami atau dilakukan oleh manusia. Sedangkan dampak yang terjadi dapat bersifat positif maupun negatif terhadap lingkungan.
- Pembangunan adalah salah satu macam kegiatan yang bertujuan meningkatkan tingkat kesejahteraan hidup rakyat dengan mendayagunakan sumber alam. Pada kenyataannya, di samping menghasilkan hal-hal yang positif juga terjadi dampak negatif terhadap lingkungan.
- Guna menjaga pelestarian daya dukung lingkungan maka pembangunan harus didasarkan atas wawasan lingkungan. Untuk maksud tersebut dikeluarkan UU No. 4 Tahun 1982 sebagai ketentuan pokok untuk landasan pengelolaan lingkungan hidup serta PP No. 29 Tahun 1986 sebagai peraturan pelaksanaannya, yang antara lain memuat pasal yang mengharuskan penyusunan ANDAL/AMDAL untuk kegiatan yang berdampak penting.
- Analisis dampak lingkungan (ANDAL) adalah telaahan secara cermat dan mendalam tentang dampak penting suatu kegiatan yang direncanakan. Sedangkan analisis mengenai dampak

lingkungan (AMDAL) adalah hasil studi mengenai dampak suatu kegiatan yang direncanakan terhadap lingkungan hidup yang diperlukan bagi proses pengambilan keputusan.

- AMDAL untuk kegiatan penting lengkap memuat dokumen-dokumen kerangka acuan (TOR), analisis dampak lingkungan (ANDAL), rencana pengelolaan lingkungan (RKL), dan rencana pemantauan lingkungan (RPL).
- Proses mengidentifikasi dampak penting melibatkan 3 kelompok yang berkepentingan yaitu pemrakarsa, masyarakat, dan instansi yang bertanggung jawab. Sedangkan pendugaan dampak adalah perbedaan antara kondisi lingkungan tanpa proyek terhadap lingkungan pada waktu ada proyek dan beroperasinya unit hasil proyek.
- Rencana pengelolaan lingkungan (RKL) merupakan rencana penanganan dampak dengan tujuan memperbesar dampak positif dan memperkecil dampak negatif. Adapun rencana pemantauan lingkungan (RPL) adalah rencana bagi kegiatan pemantauan yang terdiri dari proses pengukuran, pencatatan, analisis, dan pelaporan yang berkesinambungan tentang dampak.
- Dampak lingkungan proyek E-MK seperti pembangunan industri dapat menyentuh berbagai aspek dengan lingkup luasnya meliputi sosial budaya, biologi, ekonomi, fisika, dan kimia. Dikelompokkan menjadi 2 kategori yaitu dampak pada waktu membangun proyek (pembebasan tanah dan konstruksi) serta dampak pada waktu unit hasil proyek/pabrik beroperasi.
- Dampak yang dihasilkan dari operasi pabrik yang perlu diperhatikan adalah pembuangan limbah yang dapat menimbulkan pencemaran terhadap udara, air, tanah, dan kebisingan.
- Seringkali pencemaran tidak dapat dihindari, sehingga yang perlu dilakukan adalah mengendalikannya agar baku mutu lingkungan tidak dilewati.

SOAL LATIHAN

- 1. Terangkan apa yang dimaksud dengan daya dukung lingkungan dan pembangunan berwawasan lingkungan!
- 2. Untuk menjaga kelestarian kemampuan daya dukung lingkungan, Pemerintah RI telah mengeluarkan UU No. 4 Tahun 1982, PP No. 29 Tahun 1986 dan PP No. 51 Tahun 1993 sebagai peraturan pelaksanaan. Buatlah ringkasan sistematika tata laksana menyusun AMDAL yang termuat dalam PP tersebut!
- 3. Menurut PP No. 29 Tahun 1986 (Pasal 6), analisis mengenai dampak lingkungan merupakan komponen studi kelayakan rencana kegiatan, sehingga AMDAL harus disiapkan dan diselesaikan sejajar dengan komponen lain dari studi kelayakan suatu proyek yang diperkirakan mempunyai dampak penting. Tindakan apa yang dapat dilakukan oleh pengelola proyek untuk memenuhi ketentuan tersebut? Jelaskan jawaban Anda!
- 4. Sering dikatakan bahwa pembangunan proyek-proyek industri secara nasional berhasil meningkatkan pendapatan negara, tetapi bagi masyarakat di lokasi proyek dan sekitarnya mengalami banyak dampak negatif. Jelaskan pernyataan tersebut dan bagaimana memperbaikinya!
- 5. Sebutkan potensi sumber pencemaran lingkungan yang umum dari suatu pabrik yang dalam produksinya terjadi proses kimia, fisika, dan mekanik!

BAGIAN III

PERENCANAAN, PERANGKAT, DAN PESERTA

ebagaimana halnya pekerjaan-pekerjaan besar yang lain maka sukses penyelenggaraan proyek akan tergantung terutama kepada kualitas perencanaan, peserta dan tersedianya perangkat yang diperlukan. Dalam konteks pengelolaan proyek perencanaan yang diperlukan meliputi perencanaan strategis dan operasional yang diikuti dengan kegiatan pengendalian. Dari sejumlah organisasi peserta, tiga di antaranya akan menjadi topik di Bagian III, yaitu pemilik, kontraktor, dan konsultan. Peranan pemilik sebagai pemrakarsa proyek amat menentukan dalam mengambil keputusan, menyusun strategi penyelenggaraan serta memonitor kemajuan implementasi. Konsultan memberikan pelayanan dalam bentuk keahlian (expertise) manakala pemilik proyek menganggap keahlian tersebut tidak tersedia di dalam organisasinya. Sementara itu, berdasarkan motif-motif ekonomi dan efisiensi, pada umumnya pelaksana pekerjaan implementasi proyek diserahkan kepada kontraktor. Bagian III diawali dengan Bab 11 dengan mengetengahkan perencanaan, dilanjutkan dengan Bab 12 sampai dengan Bab 14, dengan membahas jadwal dan sumber daya. Dalam bagian ini disinggung pula proses pemilihan konsultan dan kontraktor yang amat menentukan dalam usaha mendapatkan kualitas dan kemampuan yang diinginkan. Perangkat seperti dokumen kontrak dan paket lelang disusun dan direkayasa sesuai dengan keperluan proyek, dan di bahas dalam Bab 12.

Perencanaan Strategis dan Operasional Proyek

elah diutarakan dalam Bab 4 bahwa fungsi perencanaan dan pengendalian, terutama pada zona interface, erat kaitannya dengan pengelolaan integrasi. Mengingat pentingnya aspek integrasi, pengelola proyek perlu mendalami latar belakang faktor yang mendukungnya, yaitu fungsi dan proses perencanaan dan pengendalian. Dalam hubungan ini, yang dimaksud dengan perencanaan adalah proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran, termasuk menyiapkan sumber daya untuk mencapainya. Ini berarti memilih dan menentukan langkahlangkah kegiatan di masa mendatang yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Dalam pada itu, fungsi lain yang tidak terpisahkan dari perencanaan adalah pengendalian yang bertujuan memantau dan mengkaji agar

kegiatan implementasi perencanaan di atas terbimbing ke arah tujuan yang telah ditetapkan. Bab 11 diawali dengan pembahasan perencanaan umum, sebelum dilanjutkan dengan perencanaan proyek karena pada dasarnya perencanaan proyek mengikuti pola dasar perencanaan umum, yaitu mulai dari penentuan tujuan sampai penyusunan rangkaian kegiatan yang mencapai tujuan, dilanjutkan dengan mengetengahkan perencanaan strategis dan operasional proyek sebagai program pelaksanaan (plan of action) untuk mencapai sasaran, serta unsur-unsur perencanaan proyek. Akhirnya, bab ini ditutup dengan pembahasan fungsi dan proses pengendalian dalam hubungannya dengan perencanaan serta identifikasi syarat suatu perencanaan dan pengendalian yang efektif.

11.1 Fungsi, Proses, dan Sistematika Perencanaan

Fungsi Perencanaan

Salah satu lingkup perencanaan adalah mengambil keputusan karena hal ini diperlukan dalam proses memilih dan menentukan langkah yang akan datang. Suatu perencanaan yang tepat yang disusun secara sistematis dan memperhatikan faktor objektif akan dapat berfungsi sebagai berikut:

- a. Sarana komunikasi bagi semua pihak penyelenggara proyek.
- b. Dasar pengaturan alokasi sumber daya.
- Alat untuk mendorong perencana dan pelaksana melihat ke depan dan menyadari pentingnya unsur waktu.

d. Pegangan dan tolok ukur fungsi pengendalian.

Sebaliknya, suatu perencanaan yang tidak tepat, tidak sistematis dan tidak logis akan segera diikuti oleh adanya tumpang tindih dan kebingungan pengimplementasian. Dalam pada itu, fungsi pengendalian bermaksud untuk memantau dan mengkaji—bila perlu mengadakan koreksi—agar langkah di atas terbimbing ke arah tujuan yang telah direncanakan. Terlihat di sini adanya hubungan antara fungsi pengendalian dan perencanaan. Lebih-lebih bagi proyek dengan siklus yang relatif pendek dengan jenis dan intensitas

kegiatan yang cepat berubah, keterkaitan erat antara dua fungsi tersebut amat diperlukan. Dari segi penggunaan sumber daya, perencanaan dapat diartikan sebagai pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan, sedangkan pengendalian berarti memantau apakah hasil kegiatan yang telah dilakukan sesuai dengan patokan yang telah digariskan secara efektif dan efisien. Dengan demikian, perencanaan dan pengendalian berlangsung hampir sepanjang proyek dan merupakan bagian dari siklus perencanaan-pelaksanaan-pengendalian-koreksi.

2. Proses dan Perencanaan

Sering dikatakan bahwa proses perencanaan lebih penting daripada perencanaan itu sendiri, karena pada proses perencanaan para pimpinan dan pelaksana "dipaksa" untuk ikut berpikir aktif dan bersuara mengenai kegiatan yang akan dilaksanakan yang menjadi tanggung jawabnya. Pada saat itu, mereka mulai melihat ke depan untuk mengantisipasi persoalan yang mungkin timbul pada taraf implementasi dan bagaimana mengatasinya. Penyusunan suatu perencanaan yang lengkap sekurang-kurangnya meliputi:

a. Penentuan Tujuan

Tujuan (goal) organisasi atau perusahaan dapat diartikan sebagai sesuatu yang memberikan arah gerak segala kegiatan yang hendak dilakukan. Misalnya, tujuan perusahaan adalah meningkatkan nilai saham perusahaan di pasaran.

b. Penentuan Sasaran

Sasaran adalah titik-titik tertentu yang perlu dicapai bila organisasi tersebut ingin memenuhi tujuannya. Dalam konteks di atas, kegiatan proyek dapat digolongkan sebagai kegiatan dengan sasaran yang telah ditentukan dalam rangka mencapai tujuan perusahaan. Misalnya, tujuan perusahaan ialah menaikkan pemasukan neto per tahun. Tujuan tersebut diusahakan dengan membangun fasilitas produksi baru. Agar perusahaan dapat mencapai tujuannya, maka terlebih dahulu dicapai sasaran proyek yang terdiri dari lingkup, biaya, jadwal dan mutu.

c. Pengkajian Posisi Awal Terhadap Tujuan

Pengkajian posisi dan situasi awal terhadap tujuan dan sasaran bertujuan untuk mengetahui sejauh mana kesiapan dan posisi organisasi saat awal terhadap sasaran, misalnya berapa besar sumber daya yang tersedia dalam bentuk dana, peralatan, dan tenaga. Hanya, setelah mengetahui posisi awal terhadap "jarak" sasaran, dapat mulai diidentifikasi hambatan dan kemudahan. Meskipun merupakan hal yang sulit, antisipasi terhadap situasi di masa depan mengenai persoalan, kesempatan maupun peluang merupakan halhal yang perlu digali, dikaji dan dipertimbangkan untuk memperoleh suatu perencanaan yang realistis.

d. Pemilihan Alternatif

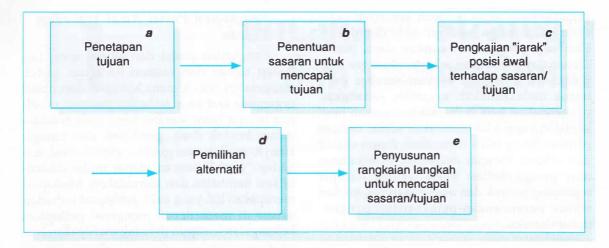
Dalam usaha meraih tujuan dan sasaran tersedia berbagai pilihan tindakan atau cara. Umumnya ditempuh pilihan yang menjanjikan cara yang paling efisien dan ekonomis dari segi biaya. Pengkajian dilakukan dengan mencoba menjawab pertanyaan sebagai berikut:

- Apakah alternatif yang dipilih memiliki cukup keluwesan untuk menghadapi perubahan keadaan yang mungkin timbul.
- Apakah itu merupakan alternatif terbaik untuk memenuhi tuntutan proyek akan jadwal, biaya, dan mutu.
- Apakah alternatif yang dipilih telah mempertimbangkan tersedianya sumber daya pada saat diperlukan.
- Apakah telah dipikirkan penggunaan teknologi baru.

Bila jawaban pertanyaan di atas memuaskan, maka dilanjutkan langkah berikutnya.

e. Penyusunan Rangkaian Langkah untuk Mencapai Tujuan

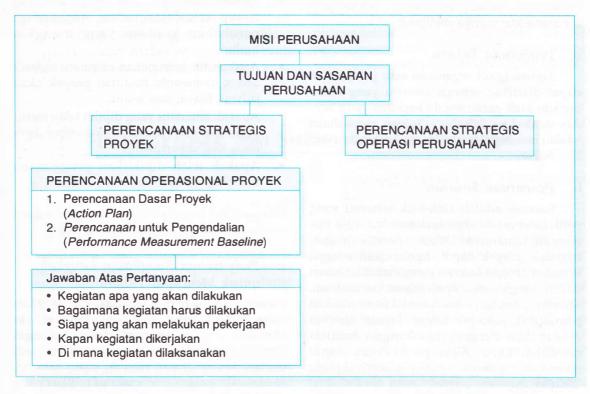
Proses ini terdiri dari menetapkan langkah yang terbaik yang mungkin dapat dilaksanakan setelah memperhatikan berbagai batasan. Kemudian menyusunnya menjadi urutan dan rangkaian menuju suatu sasaran. Sistematika proses perencanaan terlihat pada Gambar 11-1.



Gambar 11-1 Proses perencanaan.

11-2 Hierarki Perencanaan

Di samping segi proses dan sistematika, suatu perencanaan dapat ditinjau dari hierarki yang menerangkan urutan jenjang dan kegunaannya. Hierarki perencanaan proyek yang terkait dengan perencanaan perusahaan terlihat pada Gambar 11-2 dengan keterangan sebagai berikut:



Gambar 11-2 Hierarki perencanaan perusahaan dan proyek yang bersangkutan.

Misi Perusahaan

Suatu perencanaan diawali dengan adanya "visi" perusahaan yang jelas. Visi tersebut sekurang-kurangnya harus dapat menjawab pertanyaan-pertanyaan mendasar seperti apa jenis dan ke mana arah usaha (business) yang akan dimasuki oleh organisasi atau perusahaan yang bersangkutan.

Tujuan dan Sasaran Perusahaan

Tujuan perusahaan dapat diartikan sebagai hasil penting yang harus dicapai oleh perusahaan dalam rangka memenuhi misi di atas, misalnya membuat proyek untuk menambah pendapatan dan menaikkan nilai (saham) perusahaan. Sedangkan sasaran adalah "target spesifik" untuk mendukung tujuan di atas. Misalnya, agar berhasil dengan baik, proyek harus memenuhi sasaran lingkup, biaya, jadwal, dan mutu.

Perencanaan Strategis

Perencanaan strategis adalah perencanaan yang meliputi pengambilan keputusan tentang kebijaksanaan (policy) untuk mencapai sasaran dalam usaha memenuhi tujuan perusahaan. Perencanaan macam ini berurusan dengan masalah-masalah kegiatan organisasi yang bersifat mendasar, berdampak jauh, dan memberikan kerangka bagi perencanaan operasi pelaksanaan. Perencanaan strategis disusun setelah mengadakan evaluasi menyeluruh mengenai kekuatan dan kelemahan perusahaan serta risiko kegiatan yang bersangkutan.

Perencanaan Operasional

Perencanaan operasional proyek adalah perencanaan terinci yang dimaksud untuk menjabarkan segala sesuatu yang telah digariskan dalam perencanaan strategis menjadi suatu action plan dan performance measurement baseline kegiatan pengendalian.

-3 Perencanaan Strategis Proyek

Terdapat perencanaan dan keputusan yang dapat digolongkan sebagai perencanaan strategis. Di antaranya yang terpenting adalah sebagai berikut:

- Keputusan go or not to go.
- Meletakkan batasan atau definisi lingkup provek.
- Penentuan alokasi atau pembagian lingkup kerja.
- Penyusunan strategi penyelenggaraan
- Filosofi desain.

Dalam melakukan kegiatan di atas, seringkali karena keterbatasan tenaga ahli dalam bidang yang bersangkutan, pemilik meminta bantuan konsultan untuk menyiapkan berbagai paket studi sertà melakukan pengkajian dan merumuskan usulan, sedangkan keputusan berada di tangan pemilik. Penjelasan terinci dari butir-butir di atas adalah sebagai berikut:

Go or Not to Go

Dalam rangka melihat prospek investasi dengan cara membangun suatu proyek terdapat dua titik penting yaitu pada akhir studi kelayakan di tahap konseptual dan pada akhir tahap perencanaan dan pengembangan atau PP/Definisi. Pada titik-titik ini pemilik perusahaan, setelah mempelajari masukan dari staf ahlinya, dihadapkan untuk mengambil keputusan strategis, yaitu diteruskan atau tidaknya rencana proyek untuk diimplementasikan. Keputusan ini sering disebut go or not to go decision. Keterangan lebih jauh telah disajikan dalam Bagian II perihal studi kelayakan proyek.

Batasan Lingkup Proyek

Dalam proses merumuskan gagasan menjadi proyek dijumpai banyak alternatif perihal berapa besar lingkup proyek (project's scope) dan batasan-batasannya. Setelah mempertimbangkan biaya, jadwal, mutu serta tujuan perusahaan secara menyeluruh barulah ditentukan lingkup proyek yang definitif.

Alokasi Bagian Lingkup Kerja

Yang dimaksud dengan alokasi bagian lingkup kerja di sini adalah bagian-bagian lingkup kerja proyek yang bisa dikerjakan secara terpisah oleh suatu organisasi atau perusahaan tertentu di luar kontraktor utama. Pada proyek E-MK yang berukuran besar, misalnya komplek perumahan, pembuatan pelabuhan, dan gedung perkantoran, selalu ada bagian lingkup proyek yang bersifat demikian. Umumnya pemilik menentukan lingkup kerja tersebut dan menyerahkannya kepada perusahaan dalam negeri atau setempat dalam rangka memberi kesempatan kerja dan usaha.

Strategi Penyelenggaraan

Strategi penyelenggaraan ini menyangkut keputusan yang perlu diambil setelah dikaji pilihan-pilihan yang tersedia berkaitan dengan cara mencapai sasaran proyek, antara lain:

- a. Penentuan bobot sasaran pokok.
- Penggunaan jasa konsultan dan/atau kontraktor.
- c. Pemilihan macam kontrak.
- d. Partisipasi nasional.

Keputusan strategis di atas mempunyai pengaruh besar terhadap cara pengelolaan dan keberhasilan proyek secara keseluruhan.

a. Penentuan Bobot Sasaran Pokok

Sasaran-sasaran pokok proyek adalah lingkup, biaya, jadwal, dan mutu. Keempatnya berkaitan erat dan saling tarik-menarik, dalam arti mengubah dimensi yang satu akan berakibat terhadap yang lain, seperti:

- Mempertinggi standar mutu akan menaikkan biaya proyek.
- Mempercepat jadwal penyelesaian pada umumnya akan menaikkan biaya.
- Mengurangi biaya tanpa mengubah lingkup proyek dapat menurunkan mutu instalasi yang dibangun.
- Mengubah lingkup proyek akan berpengaruh terhadap biaya, jadwal, dan mungkin juga mutu.

Bobot keempat sasaran tersebut perlu ditentukan secara kuantitas satu dengan yang lain. Unsur mana yang diprioritaskan dan diberi bobot lebih berat relatif terhadap yang lain tergantung pada keputusan pemilik sesuai dengan kepentingan perusahaan. Keputusan itu dapat berupa:

- Penyelesaian proyek secepatnya agar produk yang dihasilkan dapat memasuki pasar mendahului pesaing.
- Penentuan mutu peralatan sehingga memenuhi standar industri sejenis.
- Penghitungan biaya sewajarnya.
- Lingkup proyek diusahakan tidak mengalami perubahan.

Contoh di atas menggambarkan bahwa strategi penyelenggaraan proyek memberi bobot yang relatif lebih besar kepada jadwal penyelesaian di banding dengan lingkup, biaya maupun mutu.

b. Penggunaan Jasa Kontraktor danl atau Konsultan

Salah satu keputusan penting sebelum mulai melaksanakan kegiatan proyek adalah menentukan siapa yang akan diserahi tanggung jawab menangani penyelenggaraan proyek. Dalam hal ini terbuka pilihan-pilihan sebagai berikut:

- Dikerjakan sendiri oleh pihak pemilik dengan memakai tenaga yang tersedia di perusahaan.
- Menggunakan jasa konsultan.
- Menggunakan jasa kontraktor utama.
- Memanfaatkan kombinasi kemungkinankemungkinan di atas.

Penentuan atas pilihan-pilihan tersebut sebagian besar tergantung pada kesiapan organisasi pemilik untuk melaksanakan penyelenggaraan proyek dipandang dari segi efisiensi dan ekonomi. Dalam hubungan ini perlu pula diingat bahwa acapkali tersedia perusahaan-perusahaan profesional yang menyediakan pelayanan bidang konsultasi dan/atau konstruksi kepada pemilik sesuai dengan keperluannya. Hal ini perlu dipertimbangkan dengan alasan sebagai berikut:

- Perusahaan-perusahaan engineering dan konstruksi yang baik (bonafide) mempunyai keahlian, pengalaman, dan spesialisasi dalam bidangnya sehingga dapat diharapkan mampu melaksanakan pekerjaan secara efisien dan ekonomis.
- Konsultan yang mempunyai kualifikasi seperti di atas dalam bidangnya dapat

membantu pemilik mengerjakan berbagai paket studi serta memberikan dukungan keahlian dalam rangka memonitor dan mengendalikan implementasi fisik. Suatu studi yang dipersiapkan secara profesional akan sangat berguna bagi bahan pengambilan keputusan oleh pemilik.

Prosedur memilih konsultan dan kontraktor utama dibahas dalam Bab 17 dan Bab 16.

c. Pemilihan Jenis Kontrak

Hubungan kerja dan tanggung jawab antara pemilik dan kontraktor utama untuk implementasi fisik proyek E-MK diatur dalam kontrak yang disetujui bersama. Dalam bab 6 dibahas jenis kontrak dan kemungkinan penggunaannya. Dari pembahasan tersebut terlihat bahwa pada dasarnya hanya ada dua jenis kontrak, yaitu kontrak harga tetap dan kontrak harga tidak tetap. Keduanya mempunyai berbagai variasi. Pemilihan jenis kontrak tergantung pada kesiapan pemilik, macam proyek dan kelengkapan lingkup proyek dalam dokumen lelang. Faktor-faktor ini semua akhirnya akan kembali kepada kebijakan pemilik dalam menentukan strategi yang paling baik bagi kepentingan perusahaan.

d. Partisipasi Nasional

Dalam rangka meningkatkan kesejahteraan negeri, seringkali pemerintah negara di mana lokasi proyek berada mempunyai kebijaksanaan yang bertujuan untuk memprioritaskan penggunaan tenaga maupun material dari negara tersebut. Implikasi teknisnya adalah bahwa pemilik proyek dan juga kontraktor utama perlu melakukan hal-hal sebagai berikut:

- Mengadakan survei di negara tempat lokasi proyek mengenai kualitas dan kuantitas material yang tersedia yang memenuhi persyaratan proyek.
- Mengadakan evaluasi ulang terhadap kriteria dan spesifikasi desain engineering untuk melihat kemungkinan penggunaan material alternatif.
- Mengadakan survei tersedianya tenagatenaga bagi proyek dan kemungkinan mengadakan pelatihan yang diperlukan.

Langkah-langkah di atas seringkali cukup besar pengaruhnya terhadap biaya maupun jadwal proyek.

e. Filosofi Desain

Filosofi desain bermaksud merumuskan keterbatasan atau hambatan pada desain engineering setelah pihak pemilik proyek mempertimbangkan aspek ekonomi dan kebijakan yang lain. Dalam hal ini, seringkali kontraktor utama memiliki komentar maupun masukan yang perlu dipertimbangkan. Terdapat hubungan erat antara biaya proyek dengan filosofi desain. Pada umumnya, usaha menaikkan faktor-faktor efisiensi, keandalan, reliabilitas dan fleksibilitas operasi, dan pemeliharaan produk atau instalasi akan menaikkan biaya proyek. Filosofi desain memberikan petunjuk tentang hal-hal sebagai berikut:

- Dasar-dasar perhitungan dan kriteria untuk evaluasi biaya dan ekonomi secara umum seperti tingkat pengembalian, IRR, NPV, dan lain-lain.
- Umur instalasi yang diharapkan.
 Umur instalasi atau produk yang diharapkan agar dalam periode tersebut tetap mampu beroperasi normal berpengaruh terhadap pemilihan kualitas material dan peralatan. Semakin tinggi kualitas semakin mahal harganya.
- Faktor servis.

kerja.

Faktor servis (service factor) adalah angka (%) yang menunjukkan berapa lama waktu operasi dalam satu tahun. Seakin besar faktor servis berarti instalasi dapat beroperasi terus-menerus dengan waktu berhenti minimal. Ini tentu saja menuntut, di samping keandalan peralatan, juga adanya spare yang siap di tempat.

Otomatisasi dan padat karya.

Di negara-negara dengan jumlah tenaga kerja yang melimpah, pemilik proyek sering dihadapkan pada pemilihan antara padat karya dan otomatisasi yang relatif memerlukan pekerja terbatas. Pemilihan alternatif tersebut sejak awal harus sudah ditentukan karena besar pengaruhnya terhadap berbagai aspek proyek mulai dari proses produksi, pemilihan peralatan

sampai fasilitas untuk menampung tenaga

Derajat kecanggihan teknologi.
 Teknologi yang canggih umumnya menawarkan efisiensi yang lebih tinggi tetapi juga memerlukan peralatan yang mahal dan operator-operator yang berkualitas. Dengan demikian, keputusan terakhir terletak pada faktor ekonomi.

Fleksibilitas operasi.
 Suatu instalasi produksi sering dituntut mampu beroperasi pada keadaan yang berubah-ubah, baik dalam kuantitas dan kualitas bahan mentah yang diolahnya maupun produk yang akan dihasilkan. Berapa jauh kemampuan ditentukan dalam tahap desain-engineering. Semakin

fleksibel makin mahal biayanya.

Penghematan energi.
Dalam situasi harga energi mahal adalah wajar merancang proses produksi dengan tujuan untuk menekan sedikit mungkin jumlah energi yang terbuang. Misalnya, dipasang waste heat boiler pada cerobong tungku pemanas. Namun demikian, ini memerlukan biaya yang langsung menaikkan anggaran proyek. Usaha-usaha semacam itu seringkali melibatkan jumlah kapital yang cukup besar meskipun dalam jangka panjang menguntungkan.

Keamanan, keselamatan, dan asuransi.
 Faktor keamanan dan keselamatan instalasi sewaktu membangun dan operasi merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi, apalagi bila hal itu dikaitkan dengan premi asuransi. Umumnya semakin safe suatu instalasi semakin rendah premi asuransi yang harus dibayar.

Dampak lingkungan.
 Faktor dampak lingkungan amat penting artinya untuk menjaga kelestarian lingkungan terutama untuk proyek-proyek industri dalam jangka panjang maupun pendek. Hubungan dengan biaya terletak pada pemilihan process equipment dan

kemungkinan penambahan peralatan pembersih kontaminan.

Mengingat besarnya pengaruh filosofi desain terhadap biaya proyek dan kelangsungan pekerjaan desain-engineering, harus sudah diputuskan alternatif mana yang diinginkan oleh pemilik pada awal tahun perencanaan (PP/Definisi).

Sedangkan bagi kontraktor yang perlu diperhatikan di antaranya adalah sebagai berikut:

a. Keputusan Ikut atau Tidak Ikut Lelang

Faktor-faktor yang mempengaruhi keputusan ini dapat bermacam ragam seperti keinginan menjaga relasi dengan pemilik (klien) dalam jangka panjang, kesiapan sumber daya yang tersedia, beban pekerjaan yang masih harus diselesaikan, dan lain-lain.

b. Proyek Tersebut Dikerjakan Sendiri atau Disubkontrakkan

Kontraktor utama seringkali dihadapkan pada pilihan apakah pekerjaan yang telah dimenangkan akan dikerjakan sendiri atau disubkontrakkan. Topik ini akan dibahas lebih jauh dalam Bab 22.

c. Membeli atau Menyewa Peralatan

Kontraktor yang akan menangani pekerjaan dengan biaya dan volume (jam-orang) yang besar serta sifat pekerjaannya menyangkut demikian banyak peralatan konstruksi (construction equipment), seperti crane, dozer, scraper, loader, dump-truck dan lain-lain harus menentukan pengadaan alat-alat tersebut disewa atau dibeli. Bila peralatan tersebut dibeli, harus diperhitungkan keperluan biaya modal yang besar dan kemungkinan mendapatkan proyek-proyek sejenis di masa depan.

11-4 Perencanaan Operasional

Seperti telah diutarakan sebelumnya, perencanaan operasional adalah perencanaan terinci yang dimaksudkan untuk menjabarkan segala

sesuatu yang telah digariskan dalam perencanaan strategis. Dilihat dari tahap dan kegunaannya, perencanaan operasional dapat dibedakan menjadi perencanaan dasar dan perencanaan untuk pengendalian (*performance measurement baseline*-PMB):

a. Perencanaan Dasar

Segera setelah kegiatan proyek dimulai, dipersiapkan perencanaan dasar seperti perkiraan biaya dan jadwal dan penetapan standar mutu, organisasi pelaksana serta pengisian personil, demikian pula urutan langkah pelaksanaan pekerjaan. Perencanaan tahap ini dimaksudkan untuk meletakkan dasar-dasar berpijak bagi suatu penyelenggaraan proyek sesuai dengan tersedianya informasi dan data pada waktu itu. Jadi, perencanaan dasar merupakan program pelaksanaan (action plan) untuk mencapai sasaran. Misalnya, pada tahap implementasi fisik, program ini dikenal sebagai "Rencana Implementasi Proyek" (RIP).

b. Perencanaan untuk Pengendalian

Pada tahap selanjutnya, bila data-data dan informasi lebih banyak tersedia dan terkumpul, maka disusun perencanaan yang lebih terinci dan lebih tebal akurasinya. Perencanaan ini digunakan manajemen sebagai alat pengendaian (performance measurement baseline). Contohnya adalah anggaran biaya definitif (ABD) atau control budget, yang dipakai

sebagai tolok ukur pengendalian biaya proyek.

Checklist Perencanaan Operasional

Pertanyaan di bawah ini amat berguna sebagai checklist suatu perencanaan operasional.

- Kegiatan apa yang akan dilakukan? Ini berarti harus ada perencanaan mengenai lingkup proyek yang diuraikan sampai menjadi paket kerja dengan cara menyusun SRK.
- Bagaimana kegiatan harus dilakukan? Prosedur serta berbagai petunjuk pelaksanaan suatu kegiatan perlu disiapkan untuk maksud ini.
- Siapa yang akan melakukan kegiatan?
 Harus tersusun organisasi serta pengisian
 personil yang masing-masing mengerti
 tugas dan tanggung jawabnya.
- Kapan kegiatan dikerjakan?
 Ini berarti melakukan identifikasi urutan serta prioritas masing-masing kegiatan.
- Di mana kegiatan dilaksanakan?
 Di sini diperlukan penjelasan di mana berlangsungnya kegiatan yang akan dilakukan.

Suatu perencanaan operasional yang lengkap ditandai oleh kesiapan menjawab pertanyaan di atas dengan memuaskan.

11-5 Unsur-unsur Perencanaan Operasional Proyek

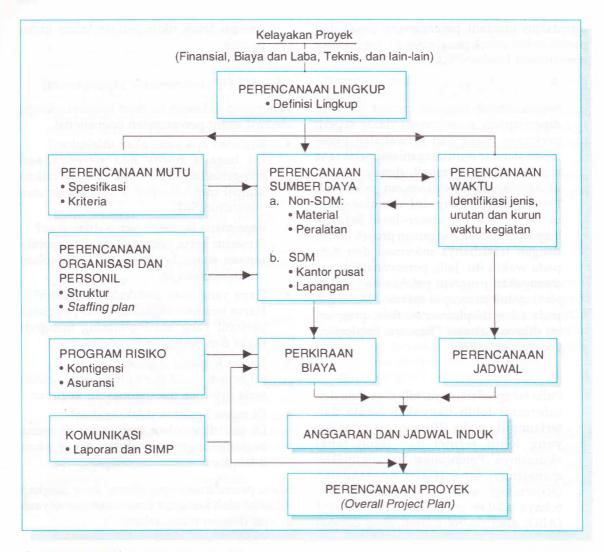
Dengan mengacu pada area ilmu manajemen proyek PM-BOK yang dibahas dalam Bab 4, perencanaan operasional proyek terdiri dari:

- a. Perencanaan lingkup.
- b. Perencanaan mutu.
- c. Perencanaan waktu dan penyusunan jadwal.
- d. Perencanaan biaya.
- e. Perencanaan sumber daya manusia.
- f. Program pengelolaan risiko.
- g. Perencanaan kontrak dan pembelian.
- Perencanaan komunikasi.

Unsur-unsur perencanaan di atas mempunyai keterkaitan satu dengan yang lain, dalam arti yang satu memberikan masukan kepada yang lain seperti terlihat pada Gambar 11-3. Keterangan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

a. Perencanaan Lingkup Proyek

Perencanaan lingkup proyek adalah proses memberikan deskripsi gambaran perwujudan proyek dan batas-batasnya secara tertulis. Sebagai contoh, untuk proyek E-MK, perencanaan lingkup proyek dihasilkan dari suatu studi kelayakan terutama mengenai aspek teknis dan finansial (manfaat dan biaya). Perencanaan lingkup proyek mendapatkan masukan dari perencanaan mutu, biaya dan jadwal, agar diperoleh alternatif lingkup yang



Gambar 11-3 Unsur-unsur perencanaan proyek

terbaik dengan mengingat hambatan-hambatan yang ada. Setelah lingkup disetujui, sebagai output dikeluarkan suatu "works statement" dan daftar "deliverable" yang selanjutnya diikuti oleh pembuatan perkiraan sumber daya berupa material, peralatan, dan tenaga kerja untuk mewujudkan lingkup di atas.

b. Perencanaan Mutu

Perencanaan mutu proyek adalah proses penentuan standar dan kriteria mutu yang akan dipakai oleh proyek, serta usaha untuk dapat memenuhinya. Parameter standar dan kriteria menjadi masukan penting pada waktu menentukan definisi lingkup proyek. Ketentuan standar mutu akan besar pengaruhnya terhadap biaya proyek terutama pada waktu desain-engineering, seleksi peralatan, dan material. Oleh karena itu, perlu ada kebijakan mutu (quality policy) dari pihak pimpinan pemilik maupun kontraktor untuk dipakai sebagai pegangan pelaksanaan. Output dari perencanaan mutu adalah dokumen yang memuat kebijakan dan prosedur yang menyeluruh tentang masalah QA/QC.

c. Perencanaan Waktu

Perencanaan waktu atau jadwal proyek meliputi langkah-langkah yang bertujuan agar proyek dapat diselesaikan sesuai dengan sasaran waktu yang ditetapkan. Perencanaan waktu memberikan masukan kepada perencanaan sumber daya agar sumber daya tersebut siap pada waktu diperlukan. Perencanaan tersebut terdiri dari penentuan definisi komponen kegiatan, urutan pelaksanaan komponen kegiatan, dan perkiraan kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masingmasing komponen kegiatan. Hasil langkahlangkah tersebut kemudian dianalisis dengan berbagai metode dan teknik untuk menyusun jadwal proyek.

d. Perencanaan Biaya

Perencanaan (perkiraan) biaya terdiri dari serangkaian langkah untuk memperkirakan besar biaya dari sumber daya yang diperlukan oleh proyek. Langkah tersebut termasuk mempertimbangkan sebagai alternatif yang mungkin dapat menghasilkan biaya yang paling ekonomis bagi kinerja atau material yang sebanding. Jadi, perencanaan biaya baru dapat diselesaikan bila telah tersedia perencanaan keperluan sumber daya. Faktor risiko besar pengaruhnya terhadap perencanaan biaya, yang mengharuskan disediakan sejumlah kontinjensi dan asuransi. Biaya perkiraan biaya dikaitkan dengan unsur jadwal pemakaiannya, maka akan tersusun anggaran biaya proyek (time phased budget). Dengan telah merinci jadwal pemakaian dan jumlah alokasi yang bersangkutan, anggaran biaya ini akan menjadi sarana bagi pengendalian kemajuan atau progres kegiatan proyek. Output dari perkiraan biaya proyek adalah anggaran biaya, yang sesuai dengan tahap keperluan dan waktunya dapat berupa dokumen anggaran biaya proyek (ABP) atau anggaran biaya definitif (ABD).

e. Perencanaan Sumber Daya

Perencanaan sumber daya proyek dapat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu perencanaan sumber daya nonmanusia dan sumber daya manusia (SDM).

Perencanaan sumber daya nonmanusia.
 Perencanaan sumber daya nonmanusia meliputi pengadaan material, peralatan yang akan menjadi bagian permanen proyek serta peralatan konstruksi (crane, truck, dan lain-lain) yang diperlukan untuk membangun proyek tetapi tidak menjadi permanen. Perencanaan sumber

daya nonmanusia secara menyeluruh dapat diartikan sebagai pengkajian dan identifikasi kebutuhan proyek akan sumber daya nonmanusia, serta bagaimana, kapan, berapa banyak, dan dari mana memperolehnya. Hasil utama perencanaan di atas adalah lembaran yang membuat deskripsi kebijakan, daftar material, dan peralatan utama serta jadwal pengadaannya.

Perencanaan sumber daya manusia. Adapun perencanaan sumber daya manusia meliputi rancangan organisasi, pengisian personil untuk kantor pusat, mobilisasi dan pelatihan tenaga kerja untuk lapangan. Perencanaan organisasi terdiri dari penyusunan struktur organisasi, termasuk membuat uraian tugas posisi kunci, tanggung jawab, serta jalur komunikasi dan pelaporan. Karena proyek umumnya mengikutsertakan organisasi dari luar organisasi pemilik (kontraktor, konsultan, dan lain-lain), penyusunan jalur komunikasi dan pelaporan harus mempertimbangkan hal-hal tersebut. Misalnya, tingkat mana harus melapor kepada siapa. Dalam merencanakan struktur organisasi, berbagai aspek harus dikaji (seperti besar lingkup, lokasi, tingkat kompleksitas kesulitan, dan lainlain) sebelum sampai pada kesimpulan menentukan bentuk struktur (OPM, OPF, atau OPMi) yang dianggap paling sesuai. Perencanaan pengisian personil (staffing plan) meliputi kegiatan pengadaan sumber daya manusia sesuai dengan kebutuhan proyek, dalam arti jumlah, kualitas dan jadwalnya.

f. Perencanaan atau Program Pengelolaan Risiko

Karena proyek selalu menghadapi berbagai risiko yang dapat berdampak besar terhadap pencapaian sasaran, maka pengelola proyek perlu memiliki perencanaan atau program pengelolaan risiko, terutama dalam masalah tanggapan (response) terhadapnya. Setelah mengidentifikasi dan mengkuantifikasi jenis, frekuensi dan bobot risiko, langkah berikutnya adalah merencanakan tindakan-tindakan untuk memperkecil dampak negatif, misalnya

menyediakan kontinjensi atau menutup asuransi. Perencanaan tanggapan terhadap risiko memberikan masukan kepada perkiraan biaya dan mungkin juga jadwal. Output program pengelolaan risiko adalah dokumen berupa project risk management plan.

g. Perencanaan Kontrak dan Pembelian

Perencanaan kontrak dan pembelian adalah proses penyusunan kebijakan kontrak dan pembelian, kemudian identifikasi, dan pendokumentasian berbagai material, peralatan, dan tenaga kerja keperluan proyek (misalnya, kontraktor) dengan cara kontrak atau pembelian. Output dari langkah ini adalah dokumen kebijakan perihal kontrak dan pembelian serta daftar material dan peralatan yang akan diadakan.

li. Perencanaan Komunikasi

Perencanaan komunikasi meliputi penentuan dan pemilihan jenis informasi dan sarana komunikasi yang diperlukan proyek serta kapan dan berapa banyak frekuensinya. Informasi sebagai bagian dari komunikasi dapat berupa lisan (rapat) dan tertulis (laporan). Sarana lain komunikasi adalah Sistem Informasi Manajemen Proyek (SIMP). Sarana ini besar peranannya dalam proses pengendalian kegiatan proyek. Output perencanaan komunikasi adalah dokumen project communication plan yang antara lain memuat keperluan perangkat yang diperlukan seperti SIMP, tata cara komunikasi yang akan digunakan (laporan, rapat) serta frekuensi dan distribusinya.

i. Overall Project Plan

Overal project plan adalah dokumen yang berisi program dengan unsur-unsur perencanaan yang disebutkan pada butir-butir di atas dalam bentuk terkonsolidasi.

11-6 Teknik dan Metode Perencanaan

Dalam usaha meningkatkan kualitas perencanaan proyek telah diperkenalkan berbagai teknik dan metode perencanaan terutama dalam menyusunjadwal, antara lain bagan balok (bar-chart), analisis jaringan kerja (CPM, PERT, PDM, GER,T dan lain-lain). Meskipun demikian, mengingat teknik dan metode tersebut berfungsi sebagai alat, maka penggunaannya hendaknya memperhatikan hal-hal sebagai berikut:

- Ketepatan pemilihan teknik dan metode yang dipergunakan.
- Penguasaan sepenuhnya oleh perencana.
- Pemahaman aplikasinya oleh penyelia yang hendak menerapkannya di lapangan.

Pengalaman menunjukkan bahwa meskipun pada awalnya teknik-teknik dan metodemetode tersebut mendapat sambutan yang hangat namun hasilnya tidak cukup memuaskan, hal ini terutama karena kurangnya persiapan dalam hal melatih dan memberi pengertian kepada mereka yang langsung berurusan dengan penggunaan metode tersebut. Baru setelah aspek tersebut diperhatikan hasilnya cukup memuaskan.

Dikomunikasikan Dengan yang Bersangkutan

Bila dikomunikasikan dengan baik kepada para pimpinan dan/atau anggota organisasi proyek yang bersangkutan, maka perencanaan baik strategis maupun operasional akan mendorong mereka bekerja secara optimal sebagai individu maupun kelompok karena telah memperoleh kejelasan akan maksud dan tujuan kegiatan yang akan mereka lakukan serta cara melaksanakannya. Hal ini juga merupakan suatu motivasi karena mereka mengetahui peranan serta tanggung jawab yang diemban.

A. Top-Down dan Bottom-Up

Di samping hierarki, proses perencanaan, khususnya dalam menyusun jadwal, dapat ditinjau dari sudut lain, yaitu pendekatan yang digunakan. Pendekatan ini membedakan langkah awal memulai perencanaan kegiatan proyek serta jadwal yang bersangkutan dalam rangka membuat "peta" penyelenggaraan yang bersifat menyeluruh. Untuk ini dikenal dua pendekatan, yaitu top-down dan bottomup.

Pendekatan *top-down* berarti perencanaan dimulai dari atas ke bawah. Di sini proyek digambarkan sebagai satu lingkup kegiatan utuh dari pekerjaan awal sampai penutupan dan ditentukan kurun waktu pelaksanaannya. Kemudian menentukan "milestone" bagi kegiatan tertentu yang dianggap cukup penting sebagai sasaran antara untuk mencapai jadwal penyelesaian proyek yang telah ditentukan. Langkah selanjutnya adalah memecah lebih lanjut menjadi komponen-komponen kegiatan dengan mempertimbangkan berbagai faktor, seperti fungsi, lokasi, sifat dan jenis pekerjaan, ukuran, dan lain-lain menjadi paket kerja. Keuntungan utama dari pendekatan ini adalah adanya pemecahan yang bertingkat-tingkat yang membentuk semacam hierarki piramida sehingga akan mempermudah pengelolaan dan memperkecil kemungkinan adanya bagian-bagian yang terlewatkan. Kesulitan yang timbul adalah dari segi alokasi waktu pada paket kerja. Kurun waktu pelaksanaan pekerjaan atau jadwal pada paket kerja bukan didasarkan oleh analisis kebutuhan masingmasing, tetapi didasarkan atas alokasi sesuai target penyelesaian proyek secara keseluruhan yang telah ditentukan. Sehingga bila target penyelesaian proyek terlalu ketat dan tidak realistis, maka pelaksanaan kegiatan di tingkat paket kerja akan selalu di luar sasaran yang diinginkan.

Pendekatan yang lain, berlawanan dari yang tersebut di atas adalah bottom-up. Di sini proyek dipecah secara terinci menjadi komponen-komponennya setelah mempertimbangkan keperluan sumber daya pada tingkat normal. Kemudian diperkirakan berapa lama kurun waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan masing-masing komponen tersebut. Dengan memperhatikan adanya kegiatan yang dapat dikerjakan secara paralel, maka jadwal proyek secara keseluruhan dihitung berdasarkan kurun waktu semua komponen kegiatan proyek. Keuntungan dari pendekatan ini adalah paket kerja atau komponen kegiatan

memiliki kurun waktu yang lebih realistis karena penanggung jawab pada tingkat yang bersangkutan yang menentukannya. Akan tetapi, jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan yang dihasilkan dari pendekatan bottom-up seringkali (oleh berbagai faktor yang umumnya tingkat penanggung jawab paket kerja tidak memiliki cukup akses) tidak sesuai dengan target yang ditentukan oleh perusahaan.

Kombinasi

Menyadari keunggulan dan kelemahan dua pendekatan di atas, maka umumnya diambil cara yang dianggap paling baik, yaitu dimulai dengan pendekatan top-down. kemudian diadakan reevaluasi mengenai alokasi waktu (jadwal) dengan pendekatan bottom-up, terutama pada tingkat atau lapisan paket kerja. Di tingkat ini sejauh mungkin diusahakan tercapai suatu titik temu atau reconciliation (rekonsiliasi) hasil kedua pendekatan tersebut, termasuk mengkaji kemungkinan membeli atau memperbaiki jadwal dengan menambah biaya (cost-schedule trade off).

B. Perencanaan yang Efektif

Di atas telah dibahas fungsi, proses, dan sistematika perencanaan. Dari uraian tersebut terlihat bahwa perencanaan melibatkan dua faktor yang berpengaruh besar terhadap keberhasilannya, yaitu kecakapan perencana dan alat atau metodenya. Di samping itu, agar suatu perencanaan berdaya guna maksimal diperlukan kondisi dan syarat tertentu. Syarat ini bila dipenuhi akan menggerakkan semua pihak yang berkepentingan untuk ikut serta secara aktif dalam proses implementasi dari perencanaan tersebut. Syarat serta kondisi itu antara lain:

- Penyampaian perencanaan kepada semua pihak yang berkaitan dengannya. Bagi perencanaan strategis, para atasan yang memiliki posisi pimpinan pelaksana hendaknya mengerti dan menguasai sepenuhnya akan maksud dan arti perencanaan.
- Penjabaran perencanaan yang bersifat umum menjadi suatu action plan. Untuk proyek penjabaran ini dikenal sebagai rencana implementasi proyek (RIP).

- Usahakan sejauh mungkin menggunakan parameter kuantitatif. Misalnya pada perencanaan jadwal proyek digunakan pencapaian milestone sebagai tolok ukur menilai kemajuan pekerjaan.
- Adanya pengkajian ulang (review) secara periodik. Hal ini karena sifat kegiatan proyek yang dinamis, maka ada bagianbagian yang mungkin belum sepenuhnya
- terantisipasi pada perencanaan terdahulu.
- Penyusunan perencanaan yang realistis yang tidak terlalu optimistis atau konservatif.
- Dipikirkan suatu kontinjensi, untuk menanggulangi situasi yang tidak terduga. Hal ini mencegah jangan sampai tersudut ke posisi yang tidak siap.

11-7 Fungsi dan Proses Pengendalian

Telah disebutkan sebelumnya bahwa fungsi perencanaan bermaksud untuk meletakkan dasar sasaran proyek, yaitu jadwal, anggaran, dan mutu. Langkah selanjutnya adalah mengorganisir dan memimpin sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran tersebut. Untuk itu diperlukan suatu usaha yang bertujuan agar pekerjaan-pekerjaan dapat berjalan mencapai sasaran tanpa banyak penyimpangan yang berarti. Usaha ini dikenal sebagai pengendalian yang merupakan salah satu dari fungsi manajemen proyek. Adapun proses pengendalian terdiri dari berbagai langkah kegiatan yang dilakukan secara sistematis. Dalam hubungan ini, R. J. Mockler (1972) memberikan definisi sebagai berikut:

"Pengendalian adalah usaha yang sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dan standar, kemudian mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumber daya digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran."

Bertitik tolak dari definisi di atas, maka proses pengendalian proyek dapat diuraikan menjadi langkah-langkah berikut:

- 1. Menentukan sasaran.
- Menentukan standar dan kriteria sebagai patokan dalam rangka mencapai sasaran.

- Merancang/menyusun sistem informasi, pemantauan, dan pelaporan hasil pelaksanaan pekerjaan.
- Mengumpulkan data info hasil implementasi.
- Mengkaji dan menganalisis hasil pekerjaan terhadap standar, kriteria, dan sasaran yang telah ditentukan.
- 6. Mengadakan tindakan pembetulan.

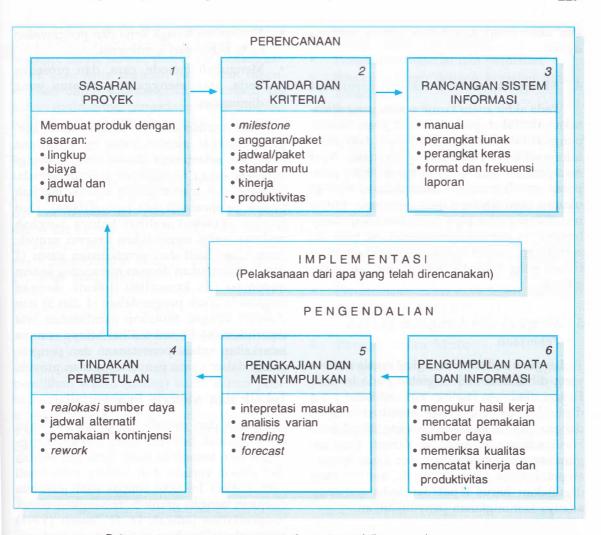
Penjelasan selanjutnya adalah sebagai berikut.

1. Menentukan Sasaran

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, sasaran pokok proyek adalah menghasilkan produk atau instalasi dengan batasan lingkup anggaran, jadwal, dan mutu yang telah ditentukan. Sasaran ini dihasilkan dari satu perencanaan dasar dan menjadi salah satu faktor pertimbangan utama dalam mengambil keputusan untuk melakukan investasi atau membangun proyek, sehingga sasaransasaran tersebut merupakan tonggak tujuan dari kegiatan pengendalian.

2. Standar dan Kriteria

Dalam usaha mencapai sasaran secara efektif dan efisien, perlu disusun suatu standar, kriteria atau spesifikasi yang dipakai sebagai tolok ukur untuk membandingkan dan menganalisis hasil pekerjaan. Standar, kriteria, dan patokan yang dipilih dan ditentukan harus bersifat kuantitatif, demikian pula metode pengukuran dan perhitungannya harus dapat memberikan indikasi terhadap pencapaian sasaran. Terdapat bermacam-



Gambar 11-4 Pola umum proses perencanaan dan pengendalian proyek.

macam standar dan kriteria, di antaranya adalah sebagai berikut:

- Berupa satuan uang, seperti anggaran per satuan unit pekerjaan (SRK), anggaran pekerjaan per unit per jam, penyewaan alat per unit per jam, biaya angkutan per ton per km.
- Berupa jadwal, misalnya waktu yang ditentukan untuk mencapai milestone.
- Berupa unit pekerjaan yang berhasil diselesaikan.
- Berupa standar mutu, kriteria, dan spesifikasi, misalnya yang berhubungan dengan kualitas material, dan hasil uji coba peralatan.

3. Merancang Sistem Informasi

Satu hal yang perlu ditekankan dalam proses pengendalian proyek adalah perlunya suatu sistem informasi dan pengumpulan data yang mampu memberikan keterangan yang tepat, cepat, dan akurat. Sistem ini diperlukan untuk kegiatan-kegiatan pada butir 4 dan mengolahnya menjadi suatu bentuk informasi yang dapat dipakai untuk tindakan pengambilan keputusan (langkah pada butir 4 dan 5). Suatu perangkat sistem informasi manajemen proyek—SIMP (management information system), yaitu komputer yang dapat mengumpulkan, menganalisis, menyimpan data, dan memrosesnya menjadi informasi yang diperlu-

kan akan amat membantu proses pengendalian.

4. Mengumpulkan Data dan Informasi

Pada akhir suatu kurun waktu yang ditentukan, diadakan pelaporan dan pemeriksaan, pengukuran dan pengumpulan data serta informasi hasil pelaksanaan pekerjaan. Agar memperoleh gambaran yang realistis, pelaporan sejauh mungkin didasarkan atas pengukuran penyelesaian fisik pekerjaan, misalnya dalam meter pipa yang telah terpasang, banyaknya gambar konstruksi yang telah diselesaikan, meter kubik pengerukan pelabuhan yang telah terlaksana, dan lain sebagainya.

5. Mengkaji dan Menganalisis Hasil Pekerjaan

Langkah ini berarti mengkaji segala sesuatu yang dihasilkan oleh kegiatan pada butir 4. Di sini diadakan analisis atas indikator yang diperoleh dan mencoba membandingkan dengan kriteria dan standar yang ditentukan. Hasil analisis ini penting karena akan digunakan sebagai landasan dan dasar tindakan pembetulan. Oleh karena itu, metode yang digunakan harus tepat dan peka terhadap adanya kemungkinan penyimpangan.

6. Mengadakan Tindakan Pembetulan

Apabila hasil analisis menunjukkan adanya indikasi penyimpangan yang cukup berarti, maka perlu diadakan langkah-langkah pembetulan. Tindakan pembetulan dapat berupa:

 Realokasi sumber daya, misalnya, memindahkan peralatan, tenaga kerja dan kegiatan pembangunan fasilitas pembantu untuk dipusatkan ke kegiatan konstruksi instalasi dalam rangka mengejar jadwal produksi.

- Menambah tenaga kerja dan pengawasan serta biaya dari kontinjensi.
- Mengubah metode, cara, dan prosedur kerja, atau mengganti peralatan yang digunakan.

Hasil analisis dan pembetulan akan berguna sebagai umpan balik perencanaan pekerjaan selanjutnya dalam rangka mengusahakan tetap tercapainya sasaran semula. Gambar 11-4 menunjukkan urutan langkah proses perencanaan dan pengendalian. Dari gambar tersebut terlihat bahwa langkah pertama, yaitu menentukan sasaran proyek, merupakan hasil dari perencanaan dasar (1 dan 2), dilanjutkan dengan merancang sistem informasi (3), kemudian diikuti dengan langkah-langkah pengendalian (4 dan 5) dan diakhiri dengan tindakan pembetulan bila diperlukan (6). Di sini terlihat betapa eratnya keterkaitan antara perencanaan dan pengendalian dalam suatu penyelenggaraan proyek.

Teknik dan Metode Pengendalian

Teknik dan metode pengendalian biaya serta jadwal proyek yang cepat mengungkapkan terjadinya penyimpangan adalah identifikasi varians dan konsep nilai hasil (earned value). Ini akan tampak lebih jelas bila disajikan dengan grafik S. Sedangkan untuk pengendalian jadwal, D. H. Busch (1991) memperkenalkan konsep time reserve (cadangan waktu) yang pada dasarnya adalah mengelola float dalam cakrawala yang lebih luas. Topik-topik tersebut akan dijumpai pada buku Jilid II. Jenis lain dari pengendalian proyek adalah audit proyek, yaitu pengendalian yang dilakukan bila kegiatan telah selesai dikerjakan. Di samping mengkaji masalah yang telah disebutkan di atas, audit proyek meneliti pula kemungkinan adanya penyimpangan terhadap peraturan atau prosedur yang diberlakukan, baik yang berasal dari pemerintah maupun internal perusahaan.

11-8 Unsur dan Objek Pengendalian

Setelah mengetahui fungsi dan proses pengendalian proyek, langkah berikutnya adalah mengidentifikasi unsur-unsur serta objek pengendalian. Untuk proyek E-MK, unsurunsur pengendalian tersebut yang sekaligus juga merupakan sasaran proyek adalah lingkup, biaya, jadwal, dan mutu. Sedangkan objek atau jenis kegiatan yang akan dikendalikan dapat dikelompokkan menjadi kegiatan engineering, pengadaan, konstruksi dan subkontrak, seperti terlihat pada Tabel 11-1.

1. Pengendalian Lingkup

Pengendalian lingkup memperhatikan masalah terpenuhinya "deliverable" sesuai dengan definisi dan integritas lingkup yang dicantumkan dalam kontrak. Bila terjadi perubahan lingkup yang tidak dapat dihindari, maka pengendalian perlu dilaksanakan sesuai prosedur yang berlaku.

2. Pengendalian Biaya

Pengendalian biaya memusatkan diri pada faktor kuantitas dan harga satuan komponen biaya. Demikian pula mengenai pemilihan waktu (timing) suatu ikatan pembelian (commitment), karena faktor-faktor tersebut sering menjadi sumber terjadinya varians biaya. Adapun komponen biaya di atas dapat terdiri dari:

- Biaya kantor pusat dengan kegiatan utama desain-engineering.
- Pengadaan material dan peralatan.
- Biaya lapangan dengan kegiatan utama konstruksi.
- Biaya subkontrak.

3. Pengendalian Jadwal

Pengendalian jadwal/waktu terpusat pada faktor berikut:

- Bagi pemilik proyek tercapainya sasaran seperti tercantum pada jadwal induk.
- Bagi kontraktor, tercapainya sasaran seperti pada kontrak EPK (engineering, pengadaan, konstruksi).
- Penyediaan sumber daya seperti material, peralatan, tenaga kerja.

4. Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu meliputi kegiatan yang berkaitan dengan pemantauan apakah proses dan hasil kerja tertentu proyek tersebut memenuhi standar mutu yang bersangkutan, serta pengidentifikasian cara untuk mencegah terjadinya hasil yang tidak memuaskan.

Tabel 11-1 Ringkasan obyek dan unsur pengendalian proyek E-MK.

OBJEK	UNSUR PENGENDALIAN						
	LINGKUP	BIAYA		JADWAL, PROGRES		MUTU	
		Mate- rial	Jam- orang	Pengelu- aran lain	Quantity tracking	Mile- stone	i Jouwel Linni jiluk mis meng
Desain- Engineering	Perubahan desain	Spec. mto	Jml/ disiplin	Lisensi Mencetak	Jml. gambar dan spec.	Milestone/ butir	Spesifikasi
Pengadaan	Revisi MR dan PO	Jml. ko- mitmen	Jml. ter- pakai	Transportasi.	Jml. penye- rahan	<i>Milestonel</i> butir	Spesifikasi per butir
Konstruksi	"Field change"	Jml pema- kaian/ butiran	Jml. pe- makaian/ butiran	Fasilitas semen- tara	Jml. fasilitas terpasang	Milestonel butir	Spesifikasi dan kinerja
Subkon- trak (lump-sum)	"Change order"	"Change order"	"Change order"	-	Jml. fasilitas terpasang	Milestonel butir	Spesifikasi dan kinerja

11-9 Pengendalian Proyek yang Efektif dan Tidak Efektif

Suatu pengendalian proyek yang efektif ditandai oleh hal-hal sebagai berikut:

- Tepat waktu dan peka terhadap penyimpangan. Metode atau cara yang digunakan harus cukup peka sehingga dapat mengetahui adanya penyimpangan selagi masih awal. Dengan demikian, dapat diadakan koreksi pada waktunya sebelum persoalan berkembang menjadi besar sehingga sulit untuk diadakan perbaikan.
- Bentuk tindakan yang diadakan tepat dan benar. Untuk maksud ini diperlukan kemampuan dan kecakapan menganalisis indikator secara akurat dan objektif.
- Terpusat pada masalah atau titik yang sifatnya strategis, dilihat dari segi penyelenggaraan proyek. Dalam hal ini diperlukan kecakapan memilih titik atau masalah yang strategis agar penggunaan waktu dan tenaga dapat efisien.
- Mampu mengetengahkan dan mengkomunikasikan masalah dan penemuan, sehingga dapat menarik perhatian pimpinan maupun pelaksana proyek yang bersangkutan, agar tindakan koreksi yang diperlukan segera dapat dilaksanakan.
- Kegiatan pengendalian tidak lebih dari yang diperlukan. Biaya yang dipakai untuk kegiatan pengendalian tidak boleh melampaui faedah atau hasil dari kegiatan tersebut. Diakui bahwa banyak hal yang sulit untuk mengukur hasil pengendaliannya secara kuantitatif, tetapi yang ingin ditekankan di sini adalah bahwa dalam merencanakan suatu pengendalian perlu dikaji dan dibandingkan dengan hasil yang akan diperoleh.
- Dapat memberikan petunjuk berupa prakiraan hasil pekerjaan yang akan datang, bilamana pada saat pengecekan tidak mengalami perubahan. Petunjuk ini sangat diperlukan bagi pengelola proyek untuk menentukan langkah penyelenggaraan berikutnya.

Selanjutnya, pengawasan dan pengendalian akan lengkap bila dapat memberikan usulan tindakan-tindakan pembetulan yang diperlukan dengan melibatkan biaya dan tenaga yang minimal.

Pengendalian yang Tidak Efektif

Acapkali dijumpai suatu pengendalian proyek tidak membuahkan hasil yang diharapkan. Secara umum penyebabnya adalah hal-hal sebagai berikut:

1. Karakteristik Proyek

Sudah berulang kali disinggung bahwa proyek umumnya kompleks, melibatkan banyak organisasi peserta dan lokasi kegiatan sering terpencar-pencar letaknya. Hal ini mengakibatkan:

- Tidaklah mudah mengikuti kinerja masing-masing kegiatan dan menyimpulkan menjadi laporan yang terkonsolidasi;
- Masalah komunikasi dan koordinasi semakin bertambah dengan besarnya jumlah peserta dan terpencarnya lokasi.

2. Kualitas Informasi

Laporan yang tidak tepat pada waktunya dan tidak pandai memilih materi akan banyak mengurangi faedah suatu informasi, ditambah lagi dengan bila didasarkan atas informasi atau sumber yang kurang kompeten.

3. Kebiasaan

Pada organisasi pemilik, pengelola proyek sebagian besar berasal dari bidang-bidang fungsional (teknik, operasi, pengadaan, dan lain-lain) dengan pekerjaan yang sifatnya rutin-stabil. Mereka yang sudah "mapan" dengan sikap dan kebiasaan yang selama ini dialami umumnya sulit menyesuaikan diri dalam waktu yang relatif singkat dan cenderung "resistant" terhadap perubahan yang semestinya diperlukan untuk mengelola proyek.

Pimpro hendaknya sejak awal telah menyiapkan diri dan mencari pemecahan yang spesifik dalam menghadapi masalah-masalah di atas sehingga proses pengendalian dapat berjalan dengan lancar.

RINGKASAN

- Perencanaan merupakan salah satu unsur penting dari konsep manajemen proyek berdasarkan fungsinya. Perencanaan mencoba meletakkan dasar dan tujuan serta menyusun langkah-langkah kegiatan untuk mencapainya. Sementara itu, pengendalian bertujuan memantau dan menuntun agar pelaksanaan kegiatan berjalan sesuai dengan perencanaan. Di sini terlihat eratnya hubungan antara kedua fungsi tersebut.
- Sistematika proses perencanaan mengikuti urutan berikut; penentuan tujuan, penentuan sasaran, pengkajian posisi awal terhadap tujuan, pemilihan alternatif, dan penyusunan rangkaian langkah untuk mencapai tujuan.
- Setelah menentukan tujuan, hierarki perencanaan adalah perencanaan strategi dan perencanaan operasional proyek. Perencanaan strategi meliputi keputusan-keputusan yang mempunyai implikasi besar terhadap penyelenggaraan proyek, seperti filosofi desain, penentuan bobot sasaran pokok, pemilihan bentuk kontrak, penggunaan organisasi ketiga untuk menangani implementasi, dan lain-lain.
- Perencanaan operasional digolongkan menjadi perencanaan dasar dan perencanaan untuk tujuan pengendalian (performance measurement baseline).
- Perencanaan operasional adalah *action plan* yang menjabarkan perencanaan strategis ke dalam tindakan-tindakan yang perlu dilakukan dalam usaha mencapai sasaran.
- Mengacu pada PM-BOK dari PMI perencanaan operasional proyek sekurang-kurangnya terdiri dari perencanaan lingkup, perencanaan waktu/jadwal, perencanaan biaya, perencanaan mutu, perencanaan sumber daya, perencanaan atau program pengelolaan risiko, dan perencanaan komunikasi.
- Dalam usaha meningkatkan kualitas perencanaan proyek telah diperkenalkan berbagai teknik dan metode penyusunan jadwal, antara lain bagan balok dan jaringan kerja (CPM, PERT, PDM). Dalam pada itu dikenal pula pendekatan perencanaan top-down dan bottomup.
- Urutan sistematika proses pengendalian adalah penentuan sasaran, perumusan kegiatan untuk mencapai sasaran, pembuatan tolok ukur, pengumpulan data dan informasi hasil kegiatan, analisis data dan informasi tersebut, pembuatan prakiraan (forecast) dan tindakan pembetulan yang diperlukan.
- Di antara faktor penting yang menentukan keefektifan suatu pengendalian adalah ketepatan waktu pelaporan, kepekaan terhadap terjadinya penyimpangan, keterpusatan pada masalah yang strategis, kesanggupan mengetengahkan dan mengkomunikasikan penemuan sehingga menarik perhatian yang berwenang dalam mengambil keputusan.

SOAL LATIHAN

- Sering dikatakan bahwa salah satu ciri manajemen proyek adalah terpadunya perencanaan dan pengendalian. Fenomena mana yang menunjukkan hal tersebut? Uraikan jawabannya.
- 2. Dalam penyelenggaraan proyek dikenal adanya perencanaan dasar dan perencanaan untuk pengendalian. Apakah perbedaan kedua jenis perencanaan tersebut? Mungkinkah perencanaan dasar mengalami perubahan selama siklus proyek?

- 3. Di berbagai literatur, SRK dianggap sebagai salah satu elemen manajemen proyek. Mengapa SRK dianggap demikian penting dilihat dari aspek perencanaan dan pengendalian. Jelaskan sebab-sebabnya!
- 4. Sebutkan proses dan unsur-unsur perencanaan proyek! Jelaskan keterkaitan yang satu dengan yang lain!
- 5. Buatkan grafik yang menunjukkan intensitas perencanaan dan pengendalian selama siklus proyek. Jelaskan mengapa demikian bentuknya!
- 6. Dikenal pendekatan perencanaan top-down dan bottom-up dalam penyusunan jadwal proyek. Di mana kelemahan dan kekuatan kedua pendekatan tersebut? Jelaskan mengapa penyusunan jadwal proyek (jadwal induk) umumnya condong menggunakan pendekatan top-down!
- 7. Sebutkan syarat agar suatu perencanaan dan pengendalian dapat efektif!

12

Perencanaan Waktu dan Jaringan Kerja

engelola proyek selalu ingin mencari metode yang dapat meningkatkan kualitas perencanaan waktu dan jadwal untuk menghadapi jumlah kegiatan dan kompleksitas proyek yang cenderung bertambah. Usaha tersebut membuahkan hasil dengan ditemukannya Metode Bagan Balok (bar chart) dan Analisis Jaringan Kerja (network analysis), yaitu penyajian perencanaan dan pengendalian, khususnya jadwal kegiatan proyek secara sistematis dan analitis. Bab ini akan membahas kedua metode tersebut, di-

awali dengan bagan balok, kemudian dilanjutkan dengan jaringan kerja yang merupakan peningkatan dari metode yang pertama. Di dalam membahas subjek di atas, akan ditinjau teknik dasar menyusun dan menghitung berbagai aspek yang berkaitan dengan bagan balok dan jaringan kerja. Juga dikemukakan kegunaan, kekurangan maupun kelebihannya bagi perencanaan dan pengendalian proyek, ditambah beberapa keterangan dan contoh sebagai ilustrasi aplikasinya dalam praktek.

12-1

Bagan Balok

Sampai diperkenalkannya metode bagan balok oleh H. L. Gantt pada tahun 1917, dianggap belum pernah ada prosedur yang sistematis dan analitis dalam aspek perencanaan dan pengendalian proyek. Bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pada saat pelaporan. Dewasa ini metode bagan balok masih digunakan secara luas, baik berdiri sendiri maupun dikombinasikan dengan metode lain yang lebih canggih. Hal ini disebabkan oleh karena bagan balok mudah dibuat dan dipahami sehingga amat berguna sebagai alat komunikasi dalam penyelenggaraan proyek.

A. Menyusun Bagan Balok

Bagan balok dapat dibuat secara manual atau dengan menggunakan komputer. Bagan ini tersusun pada koordinat X dan Y. Pada sumbu tegak lurus X, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket kerja dari hasil penguraian lingkup suatu proyek, dan digambar sebagai balok. Sedangkan pada sumbu horisontal Y, tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu

atau bulan. Di sini, waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan kanan dari balok-balok yang bersangkutan. Pada waktu membuat bagan balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain. Format penyajian bagan balok yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

B. Format yang Lazim Dipakai

Pada bagian atas format berisi keterangan singkat proyek, antara lain pemilik proyek, lokasi, nomor kontrak, dan tanggal pembaharuan.

Pemilik Proyek

Perusahaan atau perorangan yang memiliki proyek yang sedang dibangun.

Lokasi

Tempat proyek dibangun secara fisik dan bukan kantor pusat.

Nomor Kontrak

Biasanya ditentukan oleh pemilik proyek. Seringkali kontraktor juga memiliki nomor *intern*.

Tanggal Pembaharuan

Pada waktu tertentu, untuk mengetahui kemajuan pelaksanaan, maka jadwal pekerjaan sering mengalami perubahan. Untuk ini dicatat tanggal pembaharuan atau revisi.

Keterangan Kegiatan atau Pekerjaan

Di samping penjelasan di atas, pada masing-masing balok minimal dibubuhi keterangan perihal:

Kurun Waktu Kegiatan

Rencana atau perkiraan kurun waktu maupun kenyataan waktu yang digunakan. Kenyataan waktu yang digunakan yang terungkap pada waktu pelaporan biasanya digambarkan dengan garis tebal, sejajar dengan waktu perencanaan. Di sini akan terlihat berapa besar perbedaan antara perencanaan dan kenyataan.

Sumber Daya

Penjelasan mengenai jumlah sumber daya untuk menyelesaikan kegiatan yang bersangkutan. Berupa jam-orang atau jumlah orang dan lain-lain.

• Node I dan I

Bila bagan balok ini dihasilkan dari analisis jaringan kerja, misalnya CPM, maka akan meningkatkan dan memudahkan penggunaannya bila dicantumkan pula penjelasan mengenai nomor node-I dan node-J pada masing-masing kegiatan.

• Garis Laporan

Laporan terakhir (setiap bulan) ditandai dengan garis putus vertikal. Dengan demikian, akan terlihat seberapa jauh kemajuan atau keterlambatan masing-masing kegiatan.

C. Contoh Bagan Balok

Sebagai ilustrasi, tabel di bawah ini memperlihatkan bagan balok proyek pembangunan gudang kerangka besi.

Tabel 12-1 Lingkup proyek pembangunan gudang kerangka besi diuraikan menjadi komponen-komponennya.

Simbol	Jenis Pekerjaan
а	Membuat spesifikasi dan desain- engineering
b	Membeli material untuk pondasi
С	Membeli material bangunan
d	Membuat pondasi
е	Pabrikasi rangka bangunan
f	Mendirikan bangunan

Setelah diuraikan menjadi komponenkomponen yang bersangkutan dan ditentukan urutan pelaksanaan pekerjaannya, kemudian diperkirakan kurun waktu yang diperlukan. Pada waktu pelaporan, misalnya pada akhir bulan, dibandingkan antara kenyataan dengan rencana, seperti diperlihatkan oleh Tabel 12-2. Setelah dimasukkan keterangan dari Tabel 12-2 maka tersusun bagan balok seperti Gambar 12-1.

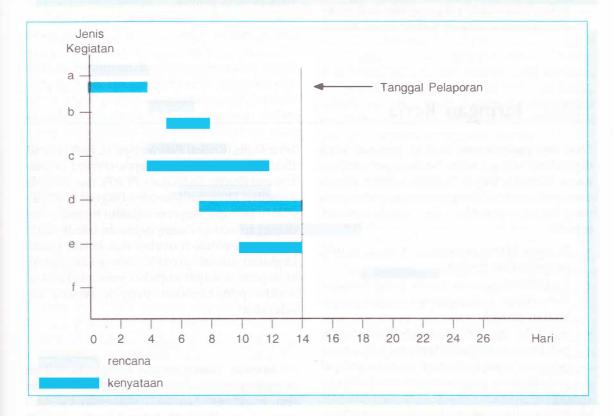
Pada contoh tersebut terlihat bahwa beberapa pekerjaan terlambat mulai (b, d), tepat waktu (a, c, e). dan terlambat selesai (c dan d). Sedangkan pekerjaan e pada saat laporan belum diketahui kapan selesainya.

D. Milestone dan Jadwal Induk

Bagan balok seringkali dipakai untuk menyusun jadwal induk suatu proyek. Tergantung dari macam proyek, jadwal induk umumnya terdiri dari 20 sampai 50 milestone. Milestone atau Tonggak Kemajuan (TK) adalah event yang mempunyai fungsi kunci dilihat dari pencapaian keberhasilan proyek dari segi jadwal. TK menandai waktu mulai atau akhir dari suatu kegiatan penting, yang bila terlambat akan mempunyai dampak negatif yang cukup besar. Misalnya, proyek pembangunan pabrik pupuk di lokasi terpencil, di mana jalur pemasukan peralatan dan material sebagian besar melalui transportasi laut, maka penyelesaian pembuatan dermaga barang akan merupakan event kunci bagi berlangsungnya kegiatan berikutnya.

Tabel 12-2 Perkiraan dan kenyataan waktu yang diperlukan untuk masing-masing elemen pekerjaan.

	Waktu yang Diperlukan	Waktu yang Diperlukan	
Kegiatan	Menurut Rencana (hari)	Kenyataan (hari)	
а	4	4	
ь	3	3	
С	5	8	
d	6	belum tahu	
е	8	belum tahu	
f	5	belum tahu	



Gambar 12-1 Contoh penyajian perencanaan proyek dengan metode bagan balok.

Beberapa event yang sering merupakan milestone dalam proyek E-MK adalah penandatanganan kontrak, penyelesaian pembuatan pondasi, penyerahan peralatan utama, dan lain-lain.

Keunggulan dan Kelemahan

Dari uraian dan contoh-contoh di atas,

terlihat bahwa metode bagan balok mudah dibuat dan dipahami. Metode ini sangat berfaedah sebagai alat perencanaan dan komunikasi. Bila digabungkan dengan metode lain, misalnya grafik "S" dapat dipakai untuk aspek yang lebih luas seperti terlihat pada contoh pada Bab 36 (Jilid 2).

Meskipun memiliki segi-segi keuntungan tersebut, namun penggunaan metode bagan

balok terbatas karena kendala-kendala berikut:

- Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu kegiatan dengan yang lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
- Sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan (updating), karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaharuan segera menjadi "kuno" dan menurun daya gunanya.
- Untuk proyek berukuran sedang dan besar, lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan meng-

hadapi kesulitan. Hal ini karena dengan menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang mencapai puluhan ribu dan memiliki keterkaitan tersendiri di antara mereka, maka akan mengurangi kemampuan penyajian secara sistematis.

Jika jumlah kegiatan tidak terlalu banyak, misalnya dengan membatasi dan memilih yang penting saja, seperti halnya pembuatan jadwal induk, maka pemakaian bagan balok untuk perencanaan dan pengendalian menjadi pilihan pertama, karena mudah dimengerti oleh semua lapisan pelaksana dan pimpinan para peserta proyek.

12-2 Jaringan Kerja

Dari segi penyusunan jadwal, jaringan kerja dipandang sebagai suatu langkah penyempurnaan metode bagan balok, karena dapat memberi jawaban atas pertanyaan-pertanyaan yang belum terpecahkan oleh metode tersebut, seperti:

- Berapa lama perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.
- Kegiatan-kegiatan mana yang bersifat kritis dalam hubungannya dengan penyelesaian proyek.
- Apabila terjadi kelambatan dalam pelaksanaan kegiatan tertentu, bagaimana pengaruhnya terhadap sasaran jadwal penyelesaian proyek secara menyeluruh.

Di samping itu, jaringan kerja berguna untuk:

- Menyusun urutan kegiatan proyek yang memiliki sejumlah besar komponen dengan hubungan ketergantungan yang kompleks;
- Membuat perkiraan jadwal proyek yang paling ekonomis
- Mengusahakan fluktuasi minimal penggunaan sumber daya.

Di antara berbagai versi analisis jaringan kerja yang amat luas pemakaiannya adalah Metode Jalur Kritis (Critical Path Method - CPM), Telenik Evaluasi dan Review Proyek (Project Evaluation and Review Technique - PERT), dan Metode Preseden Diagram (Preceden Diagram Method - PDM). Jaringan kerja merupakan metode yang dianggap mampu menyuguhkan teknik dasar dalam menentukan urutan dan kurun waktu kegiatan unsur proyek, dan pada giliran selanjutnya dapat dipakai memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

A. Sejarah Perkembangan

Metode jaringan kerja diperkenalkan menjelang akhir dekade 1950-an, oleh suatu tim engineer dan ahli matematika dari perusahaan Du-Pont bekerja sama dengan Rand Corporation, dalam usaha mengembangkan suatu sistem kontrol manajemen. Sistem ini dimaksudkan untuk merencanakan dan mengendalikan sejumlah besar kegiatan yang memiliki hubungan ketergantungan yang kompleks dalam masalah desain-engineering, konstruksi, dan pemeliharaan. Usaha-usaha ditekankan untuk mencari metode yang dapat meminimalkan biaya, dalam hubungannya dengan kurun waktu penyelesaian suatu kegiatan. Sistem tersebut kemudian dikenal

sebagai metode jalur kritis, (Critical Path Method-CPM). Pada waktu yang hampir bersamaan, secara terpisah dinas angkatan laut Amerika Serikat mengembangkan pula sistem kontrol manajemen dalam rangka mengelola proyek pembuatan peluru kendali Polaris. Proyek ini melibatkan ribuan konsultan desain-engineering, subkontraktor, supplier, dan berbagai jawatan pemerintah dan sosial. Sistem kontrol tersebut yang dinamakan teknik evaluasi dan review proyek (Project Evaluation and Review Technique-PERT), telah berhasil sebagai sarana koordinasi dan mempercepat penyelesaian jadwal proyek lebih dari dua tahun.

Meskipun kedua sistem di atas dikembangkan secara terpisah oleh pelaku-pelaku yang berlainan, tetapi hasilnya memiliki banyak kesamaan. Keduanya memakai teknik penyajian secara grafis dengan memakai diagram anak panah, lingkaran serta kaidahkaidah dasar logika ketergantungan dalam menyusun urutan kegiatan. Perbedaan yang substansial terletak dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan. PERT memakai tiga angka estimasi bagi setiap kegiatan, yaitu optimistik, pesimistik, dan paling mungkin. Dengan memberikan rentang waktu ini, metode PERT bermaksud menampung adanya unsur-unsur yang belum pasti, kemudian menganalisis kemungkinan-kemungkinan sejauh mana proyek menyimpang atau memenuhi sasaran jadwal penyelesaian. Oleh karena itu, PERT banyak digunakan dalam bidang penelitian dan pengembangan, yang seringkali memiliki unsur waktu (periode) dari masing-masing kegiatan yang belum menentu. Sebaliknya, CPM menggunakan satu angka estimasi dan dalam praktek lebih banyak dipergunakan oleh kalangan industri atau proyek-proyek engineering konstruksi.

Adapun konsep dasar PDM diperkenalkan oleh J.W. Fondahl dari Universitas Stanford-USA pada awal dekade 1960-an. Kemudian dikembangkan lebih lanjut oleh perusahaan IBM dalam rangka penggunaan komputer untuk memroses hitungan-hitungan yang berkaitan dengan metode PDM. Bila CPM dan PERT digambarkan sebagai kegiatan pada anak panah atau activity on arrow (AOA), maka PDM adalah kegiatan pada node atau activity on node (AON). Metode PDM menghasilkan

jaringan kerja yang relatif sederhana dibanding CPM atau PERT, terutama untuk kegiatan yang oleh karena satu dan lain hal perlu dipecah-pecah menjadi subkegiatan.

B. Penggunaan Komputer

Dalam perkembangan selanjutnya, kemajuan pesat di bidang perangkat komputer, telah meningkatkan kegunaan dan daya guna metode jaringan kerja, yang pada dasarnya memang memerlukan dukungan suatu perangkat yang mampu memroses data dan melakukan perhitungan-perhitungan dalam jumlah besar, cepat, dan akurat. Dengan demikian, teknik dan metode jaringan kerja dapat dikembangkan sedemikian jauh sehingga sesuai untuk merencanakan, menyusun jadwal, dan mengendalikan suatu proyek yang kompleks, berukuran kecil, sedang maupun besar dengan ribuan kegiatan. Ini berarti secara potensial akan menambah efektivitas penyelenggaraan proyek.

C. Jaringan Kerja dan Metodologi Manajemen Proyek

Proses menyusun jaringan kerja oleh beberapa kepustakaan (literature) sering diasosiasikan dengan metodologi manajemen proyek, terutama dalam aspek perencanaan dan pengendalian. Pendapat ini disebabkan karena luasnya jangkauan dalam proses menyusun jaringan kerja, yaitu dari mengkaji dan mengidentifikasi kegiatan-kegiatan lingkup proyek, menguraikan menjadi komponen-komponen, sampai kepada menyusun kembali menjadi urutan yang didasarkan atas logika ketergantungan, sehingga semua ini memerlukan pengetahuan akan seluk beluk lingkup proyek yang sedang dihadapi.

Demikian pula halnya dengan penyediaan sumber daya untuk melaksanakan setiap kegiatan serta prioritas mengalokasikannya. Proses menyusun jaringan kerja ini sering harus dilakukan berulang-ulang sebelum sampai pada suatu perencanaan atau jadwal yang dianggap cukup realistis. Pada proses di atas yang dilakukan dengan pendekatan sistematis dan pemikiran yang analitis, maka

pelaksana dan pimpinan proyek mendapatkan gambaran dan pengertian yang lebih jelas dan mendalam, tentang persoalan-persoalan mengelola proyek yang akan dihadapi dan oleh karenanya sering membuahkan keputusan-keputusan yang realistis. Dalam pada itu, suatu jaringan kerja yang tersusun dengan benar akan memberikan gambaran dari suatu proyek, yang pada giliran selanjutnya merupakan sarana komunikasi yang efektif bagi semua pihak yang berkaitan dengan penyelenggaraan proyek. Di sinilah letak hasil tidak langsung tetapi amat penting dari penggunaan jaringan kerja sebagai metodologi manajemen proyek.

D. Management By Exception

Metode jaringan kerja memungkinkan aplikasi konsep management by exception, karena metode tersebut dengan jelas mengidentifikasi kegiatan-kegiatan yang bersifat kritis bagi proyek, terutama dalam aspek jadwal dan perencanaan. Umumnya kegiatan kritis tidak lebih dari 20 persen total kegiatan proyek, dan dengan telah diketahuinya bagian ini maka pengelola dapat memberikan prioritas perhatian.

E. Sistematika Lengkap

Sistematika lengkap dari proses menyusun jaringan kerja adalah sebagai berikut:

1. Langkah Pertama

Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan atau memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.

2. Langkah Kedua

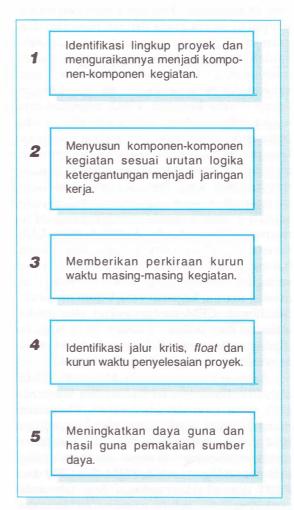
Menyusun kembali komponen-komponen tersebut pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai dengan logika ketergantungan. Urutan ini dapat berbentuk seri dan/atau paralel.

3. Langkah Ketiga

Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek, seperti tersebut pada langkah pertama. Terdapat perbedaan pokok dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan antara CPM dengan PERT. Yang pertama menggunakan angka perkiraan tunggal atau deterministik sedangkan yang kedua memakai tiga angka perkiraan-atau probabilistik.

4. Langkah Keempat

Mengidentifikasi jalur kritis (critical path) dan float pada jaringan kerja. Jalur kritis ialah jalur yang terdiri dari rangkaian kegiatan dalam lingkup proyek, yang bila terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kegiatan yang berada



Gambar 12-2 Ringkasan langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja.

pada jalur ini dinamakan kegiatan kritis. Sedangkan float adalah "tenggang waktu" suatu kegiatan tertentu yang nonkritis dari proyek.

5. Langkah Kelima

Bila semua langkah-langkah di atas telah diselesaikan, dilanjutkan dengan usaha-usaha meningkatkan daya guna dan hasil guna pemakaian sumber daya, yang meliputi kegiatan sebagai berikut:

- Menentukan jadwal yang paling ekonomis.
- Meminimalkan fluktuasi pemakaian sumber daya.

Butir *a* ditujukan untuk memilih berbagai alternatif jadwal dilihat dari segi biaya. Sedangkan butir b berusaha meningkatkan efisiensi pengelolaan proyek, dengan jalan sejauh mungkin mencegah terjadinya naikturun yang terlalu tajam dalam waktu yang relatif singkat terhadap keperluan sumber daya, misalnya keperluan tenaga kerja.

F. Jaringan Kerja dan Kegiatan Pengendalian

Setelah tersusun rencana dan jadwal proyek yang cukup realistis, kemudian dapat dipakai di antaranya sebagai tolok ukur atau alat pembanding dalam kegiatan pengendalian pada tahap implementasi fisik, yaitu dengan memperbandingkan antara perencanaan atau jadwal dengan hasil pelaksanaan nyata di lapangan.

G. Ringkasan Sistematika

Gambar 12-2 adalah ringkasan sistematika menyusun jaringan kerja secara lengkap dalam kaitannya dengan metodologi manajemen proyek.

Pembahasan terinci langkah-langkah di atas akan dijumpai di dalam berbagai bab buku ini.

12-3 Mengidentifikasi dan Menguraikan Lingkup Proyek Menjadi Komponen-komponennya

Seperti telah disinggung di atas, langkah awal membuat jaringan kerja adalah mengkaji lingkup proyek, kemudian menguraikannya menjadi komponen-komponennya, untuk meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu kegiatan dan logika ketergantungan di antara kegiatan-kegiatan tersebut. Pengkajian yang dimaksud adalah untuk mengetahui kegiatan-kegiatan apa yang merupakan bagian atau komponen dari proyek yang bisa dibedakan satu dengan yang lain. Misalnya proyek pembuatan rumah tinggal, komponen-komponennya mudah dibedakan atas dasar penampakan fisik, seperti pondasi, lantai, dinding, atap, dan lain-lain. Dapat pula didasarkan atas tenaga atau keterampilan yang diperlukan untuk mengerjakannya, seperti pekerjaan pemipaan oleh tukang pipa, saluran listrik oleh instalator.

A. Identik dengan Proses Membuat Perkiraan Biaya

Tujuan memecah lingkup proyek menjadi komponen-komponennya antara lain untuk meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek. Dasar pemikiran ini identik dengan pemikiran pada proses membuat perkiraan biaya, yaitu akan diperoleh angka yang lebih akurat bila dilakukan dengan menganalisis komponen-komponennya secara lebih terinci, dibanding dengan perkiraan langsung satu lingkup proyek utuh tanpa memecah dan menganalisisnya terlebih dahulu.

Seperti telah diketahui bahwa dalam proses membuat perkiraan biaya, metode yang efektif adalah dengan memecah lingkup proyek menjadi komponen-komponennya, kemudian diperkirakan berapa besar biaya masing-masing komponen tersebut, lalu dijumlahkan menjadi total biaya proyek. Hasil lain dari pemecahan di atas adalah mempertajam analisis ketergantungan antarkegiatan, karena dengan semakin terincinya pemecahan, akan semakin banyak komponen-komponen kegiatan terpisahkan sehingga jumlahnya bertambah. Dengan demikian, semakin banyak variasi hubungan ketergantungan yang terbuka, yang mungkin menghasilkan kurun waktu penyelesaian proyek yang lebih singkat, di mana hal ini disebabkan oleh adanya kegiatan-kegiatan yang dapat dikerjakan secara paralel.

Tabel 12-3 memperlihatkan bagaimana lingkup proyek dipecah menjadi komponen-komponennya. Pemecahan tingkat pertama menjadi komponen, seperti membuat gambar desain, membeli material, membuat pondasi, pabrikasi tiang dan kerangka atap, serta mendirikan bangunan. Pada tingkat kedua, beberapa komponen dipecah lagi menjadi

lebih terperinci, yaitu menyiapkan lahan, mengecor pondasi, mendirikan tiang, memasang dinding dan lain-lain. Demikian selanjutnya sampai mencapai kerincian yang diingini, misalnya Tingkat III dan seterusnya. Langkah berikutnya adalah memperkirakan biaya masing-masing komponen kegiatan, dan bila dijumlahkan akan diperoleh perkiraan biaya proyek membangun gedung secara keseluruhan.

Dengan memakai "analogi" yang sama, maka perkiraan total waktu penyelesaian proyek dikerjakan dengan cara memecah lingkup proyek menjadi komponen-komponennya. Setelah dicapai kerincian yang diinginkan, maka ditentukan perkiraan kurun waktu bagi komponen-komponen tersebut dan disusun kembali menjadi jaringan kerja, dengan memperhatikan logika urutan ketergantungan. Setelah tersusun jaringan kerja, barulah pada langkah selanjutnya dihitung total waktu penyelesaian proyek. Di sini harus berhati-hati karena total waktu

Tabel 12-3 Menguraikan lingkup proyek menjadi komponen kegiatan dengan berbagai tingkat rincian.

PROYEK GUDANG KERANGKA BESI					
Lingkup Proyek Dipecah Menjadi Komponen-komponennya					
TINGKAT I	TINGKAT II	TINGKAT III			
1. Membuat gambar	1. Gambar bangunan	1. Gambar bangunan			
	Instalasi listrik	Instalasi listrik			
		Instalasi air			
Membeli material	Material bangunan	Material tiang			
	Material pondasi	Material dinding			
		Material atap			
Menyiapkan lahan	Menggali tanah	Besi beton			
		8. Adukan (concrete)			
		Memadatkan tanah			
Membuat pondasi	Cor pondasi	Menggali tanah			
		Cor pondasi			
		Pabrikasi tiang			
		Pabrikasi kusen			
		14. Pabrikasi kerangka atap			
5. Pabrikasi	Pabrikasi tiang	15. Mendirikan tiang			
(tiang dan kerangka atap)	Pabrikasi kerangka atap	Membuat dinding			
		17. Memasang kusen			
		18. Memasang kerangka atap			
6. Mendirikan bangunan	9. Mendirikan tiang	19. Menaikkan atap			
	10. Membuat dinding	20. Memasang pintu			
	11. Menaikkan atap	21. Mengecat			

penyelesaian proyek umumnya tidak sama dengan total jumlah kurun waktu masingmasing komponen kegiatan, karena sering terjadi adanya kegiatan yang dapat dikerjakan dalam waktu yang bersamaan atau paralel.

B. Tingkat Perincian

Bila sampai pada persoalan seberapa jauh kerincian pemecahan lingkup proyek menjadi komponen-komponennya, maka jawabannya akan tergantung dari pertanyaan-pertanyaan berikut:

- Berapa besar akurasi perkiraan waktu maupun urutan ketergantungan yang diinginkan dari jaringan kerja hasil penyusunan kembali lingkup proyek yang telah dipecah atau diuraikan?
- 2. Apakah tujuan penggunaan jaringan kerja yang tersusun dari pemecahan lingkup proyek?

Jadi, misalnya untuk contoh di atas, perlukah lingkup proyek pembangunan gudang kerangka besi dipecah sampai Tingkat III dan seterusnya, ataukah cukup sampai Tingkat II saja. Jawaban pertanyaan butir 1 adalah bahwa sampai saat ini tidak ada korelasi yang secara definitif menunjukkan hubungan kuantitatif antara kerincian terhadap akurasi perihal tersebut di atas. Hanya pada prinsipnya dapat dikatakan bahwa akan diperoleh perkiraan yang lebih akurat bila dilakukan dengan cara menganalisis komponen-komponennya secara lebih terperinci. Meskipun demikian, pada kenyataannya setelah mengulangi beberapa kali memecah lingkup proyek dan menyusun kembali menjadi jaringan kerja, akan diperoleh kesimpulan beberapa jauh kerincian yang diperlukan.

C. Kerincian untuk Kegunaan Lain

Di samping untuk mendapatkan akurasi seperti tersebut di atas, banyak faktor lain yang menentukan sejauh mana kerincian pemecahan lingkup proyek. Hal ini terutama dilihat dari kegunaannya.

• *Untuk Laporan* Pada umumnya semakin tinggi tingkatan pimpinan yang akan mene-

rima laporan, semakin kurang terperinci laporan (jaringan kerja) yang disiapkan untuknya, tetapi harus bersifat menyeluruh.

- Untuk Keperluan Implementasi di Lapangan Bagi implementasi di lapangan relatif lebih terinci, tetapi terbatas pada lingkup yang spesifik.
- Keperluan Analisis atau Pengkajian Untuk analisis misalnya adanya float, jalur kritis, atau jadwal yang paling ekonomis, acapkali memerlukan pemecahan komponen kerja yang terinci.

D. Terminologi dan Kaidah Dasar

Dari uraian di atas terlihat bahwa untuk menyiapkan jaringan kerja proyek secara lengkap, dalam arti siap pakai untuk tugastugas perencanaan, menyusun jadwal pekerjaan, dan tolok ukur pengendalian, dibutuhkan proses yang panjang dan bertingkat-tingkat. Hal ini diawali dengan teknik membuat jaringan kerja dan diakhiri dengan meningkatkan kualitasnya dengan memasukkan faktor-faktor seperti hasil analisis biaya yang ekonomis, pemerataan penggunaan sumber daya, dan lain-lain. Sebelum melanjutkan langkah berikutnya, yaitu menyusun urutan kegiatan berdasarkan logika ketergantungan, maka terlebih dahulu perlu mengenal terminologi dan kaidah dasar jaringan kerja. Di antaranya yang terpenting adalah sebagai berikut:

- Kegiatan-kegiatan yang merupakan komponen proyek dan hubungan ketergantungan antara satu dengan yang lain disajikan dengan menggunakan tandatanda. Dikenal dua macam jaringan kerja sebagai berikut:
 - 1. Kegiatan pada anak panah, atau activity on arrow (AOA). Di sini kegiatan digambarkan sebagai anak panah yang menghubungkan dua lingkaran yang mewakili dua peristiwa. Ekor anak panah merupakan awal dan ujungnya sebagai akhir kegiatan. Nama dan kurun waktu kegiatan berturut-turut ditulis di atas dan di bawah anak panah, seperti terlihat pada Gambar 12-3a.

2. Kegiatan ditulis di dalam kotak atau lingkaran, yang disebut activity on node (AON). Anak panah hanya menjelaskan hubungan ketergantungan di antara kegiatan-kegiatan, seperti terlihat pada Gambar 12-3b.

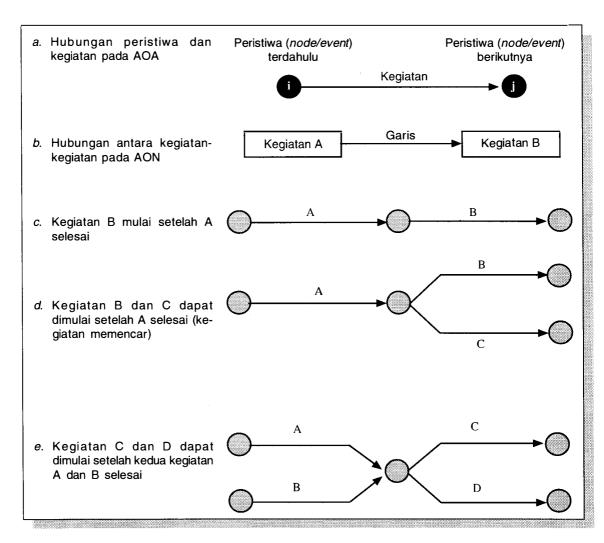
Metode CPM dan PERT termasuk dalam klasifikasi AOA sedangkan PDM adalah AON.

- Kegiatan (Activity). Analisis jaringan kerja memecah lingkup proyek menjadi kegiatan-kegiatan yang merupakan komponennya. Kegiatan mempunyai sifat-sifat sebagai berikut:
 - Memerlukan waktu dan sumber daya.
 - Waktu mulai dan berakhir dapat diukur/diberi tanda.

 Dapat berdiri sendiri atau dikelompokkan menjadi paket kerja atau SRK (struktur rincian lingkup kerja).

Atribut kegiatan antara lain adalah kurun waktu, tanggal mulai dan akhir. Bila kegiatan-kegiatan tersebut dijumlahkan kembali akan menjadi lingkup proyek keseluruhan.

Peristiwa atau Kejadian (event), dan Milestone. Adalah suatu titik waktu, di mana semua kegiatan-kegiatan sebelumnya (predecessor) sudah selesai, dan kegiatan sesudah itu (successor) dapat dimulai. Peristiwa pertama dalam jadwal proyek adalah titik awal mulainya proyek dan peristiwa akhir adalah titik di mana proyek selesai. Peristiwa tidak memerlukan kurun



Gambar 12-3 Tanda/simbol dalam membuat jaringan kerja.

waktu maupun sumber daya. Peristiwa menjelaskan suatu keadaan, misalnya sesuatu kegiatan selesai atau mulai. Salah satu peristiwa (event) yang penting dinamakan tonggak kemajuan (milestone).

- Node i dan Node j Node yang berada di ekor anak panah adalah Node i, sedangkan yang di kepala adalah Node j. Tetapi Node j akan menjadi Node i untuk kegiatan berikutnya.
- Kecuali kegiatan awal, maka sebelum suatu kegiatan dapat dimulai, kegiatan terdahulu atau yang mendahuluinya harus sudah selesai. Ini merupakan aturan dasar jaringan kerja metode CPM dan PERT.
- Dummy adalah anak panah yang hanya menjelaskan hubungan ketergantungan antara dua kegiatan, tidak memerlukan sumber daya dan tidak membutuhkan waktu.
- Penyajian grafis jaringan kerja yang tidak membutuhkan skala, kecuali untuk keperluan-keperluan tertentu.

E. Menggambar Jaringan Kerja

Karena jaringan kerja dimaksudkan sebagai penyajian secara grafis suatu perencanan proyek, maka penampakan denahnya (layout) harus mencerminkan maksud tersebut. Dalam arti jelas, singkat, teratur dan sederhana. Karena hal ini akan sangat membantu dalam memberikan kesan pertama yang baik, yaitu bahwa pembuat jaringan kerja telah memberikan perhatian penuh sampai kepada masalah-masalah yang terinci. Berikut ini

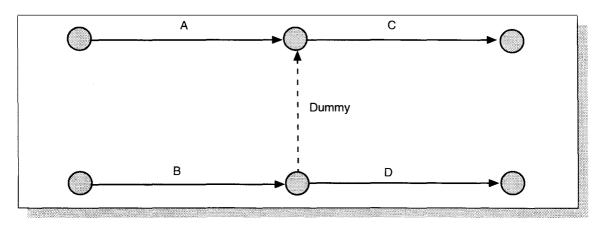
adalah beberapa pegangan dalam menggambar jaringan kerja:

- Lukiskan anak panah dengan garis penuh dari kiri ke kanan, dan garis putus untuk dummy.
- Dalam menggambarkan anak panah, usahakan adanya bagian yang mendatar untuk tempat keterangan kegiatan dan kurun waktu.
- Keterangan kegiatan ditulis di atas anak panah, sedangkan kurun waktu di bawahnya.
- Hindarkan sejauh mungkin garis yang saling menyilang.
- Kecuali untuk hal khusus, panjang anak panah tidak ada kaitannya dengan lamanya kurun waktu.
- Peristiwa/kejadian dilukiskan sebagai lingkaran, dengan nomor yang bersangkutan jika mungkin berada di dalamnya.
- Nomor peristiwa sebelah kanan lebih besar dari sebelah kiri.

Gambar 12-3 menjelaskan secara grafis dan simbol yang digunakan dalam membuat jaringan kerja.

Dummy

Agar terlihat adanya hubungan ketergantungan antara dua peristiwa (event) maka diadakan "kegiatan fiktif" yang disebut dummy. Dummy tidak memerlukan waktu dan digambarkan sebagai garis terputus. Kapan dummy diperlukan, sering merupakan hal yang cukup rumit untuk menentukannya.



Gambar 12-4 Hubungan ketergantungan dengan memakai dummy

Bila suatu kegiatan mempunyai lebih dari satu kegiatan-kegiatan terdahulu, dan kegiatan terdahulu tersebut juga merupakan kegiatan terdahulu dari kegiatan lain, maka dummy diperlukan untuk memperlihatkan hubungan ketergantungan yang ada di antaranya. Contohnya bisa dilihat dari Gambar 12-4.

Kegiatan A dan B harus selesai sebelum C dapat dimulai. Sedangkan D dapat dimulai segera setelah B selesai dan tidak bergantung dengan A.

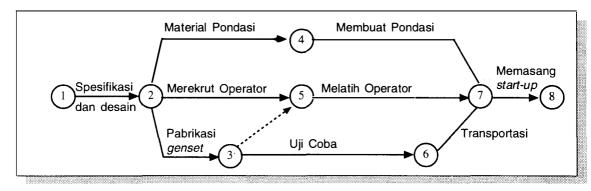
Contoh Jaringan Kerja dengan Suatu Dummy

Suatu proyek pengadaan generator listrik terdiri dari komponen-komponen kegiatan seperti pada Tabel 12-4.

Lingkup proyek pengadaan generator listrik diuraikan menjadi komponen-komponen kegiatan seperti Gambar 12-5. Pada taraf perencanaan ini, yang menjadi pokok perhatian hanya hubungan ketergantungan antarkegiatan, sedangkan yang lain-lain akan ditinjau kemudian. Dari contoh di atas, terlihat bahwa pekerjaan pabrikasi harus menunggu selesainya pembuatan spesifikasi dan desain. Karena sebelum desain dan spesifikasi diselesaikan, belum diketahui aspek teknis seperti kapasitas, konfigurasi, dan kualitas material yang diinginkan. Demikian halnya pembelian material pondasi belum dapat dilakukan, sebelum desainnya diselesaikan yang perlu diperhatikan dalam contoh di atas adalah Dummy untuk node 3-5, yaitu untuk melatih operator harus menunggu selesainya pabrikasi genset.

Tabel 12-4 Komponen kegiatan proyek pengadaan generator listrik.

Keç	giatan		Kegiatan yang
i	j	Keterangan	Mendahului
(1)	(2)	(3)	(4)
1	2 5	Membuat spesifikasi dan desain	_
2	3 %	Pabrikasi generator	1 — 2
2	4 🕟	Membeli material pondasi	1 — 2
2	5	Merekrut operator	1 — 2 · · ·
3	6	Uji coba	2 — 3 ₺
4	7 5	Membuat pondasi	2 — 4
5	7 t	Melatih operator dan mekanik	2 — 5
6	7 %	Transportasi generator ke lokasi proyek	3 — 6 E
7	8 ;	Memasang dan start-up generator	4 — 7, 5 — 7, 6 — 7



Gambar 12-5 Jaringan kerja proyek pengadaan generator listrik dengan komponen seperti pada Tabel 12-4.

12-4 Menyusun Urutan Kegiatan

Menyusun urutan atau hubungan satu dengan yang lain dalam proses membuat jaringan kerja, didasarkan atas logika ketergantungan, misalnya kegiatan mendirikan tiang rumah dilakukan setelah selesai membuat pondasi, menaikkan atap setelah pemasangan tiang penyangga, dan lain-lain. Karena memang demikianlah adanya urutan teknis yang harus ditempuh. Hal ini merupakan salah satu aturan dasar dalam menyusun jaringan kerja, yang mendorong perencana melakukan pendekatan sistematis dan berpikir secara analitis.

Ketergantungan Alamiah dan Ketergantungan Sumber Daya

Ketergantungan ini dikelompokkan menjadi 2 golongan.

1. Ketergantungan Alamiah

Sebagian besar ketergantungan disebabkan oleh sifat kegiatan itu sendiri, misalnya pada contoh di atas, kegiatan menaikkan atap belum dapat dilakukan sebelum pekerjaan mendirikan tiang penyangga diselesaikan. Ketergantungan demikian disebut ketergantungan alamiah, karena meskipun seandainya telah tersedia cukup tenaga ataupun sumber daya yang lain, tetapi bila tiang belum berdiri dan siap menyangga atap, maka pelaksanaan pekerjaan menaikkan atap belum dapat dimulai.

2. Ketergantungan Sumber Daya

Jenis lain dari ketergantungan adalah ketergantungan sumber daya. Sebagai contoh, pekerjaan membuat pondasi tidak dapat dilakukan bersamaan waktunya dengan pekerjaan pabrikasi tiang atau kerangka atap, karena kurangnya tenaga kerja, sehingga harus dilakukan secara berurutan atau seri. Dalam contoh ini ketergantungan tersebut disebabkan oleh terbatasnya dana atau sumber daya.

Menyusun jaringan kerja pada awalnya hendaknya didasarkan atas ketergantungan alamiah. Pada taraf selanjutnya nanti bila sampai pada analisis keperluan sumber daya, mungkin penyesuaian atau revisi dilakukan.

Pertanyaan yang Membantu

Usaha menyusun urutan kegiatan yang mengikuti logika ketergantungan akan dipermudah dengan mencoba menjawab pertanyaan sebagai berikut:

- Kegiatan apa yang dimulai terlebih dahulu.
- Mana kegiatan berikutnya yang akan dikerjakan.
- Adakah kegiatan-kegiatan yang dapat berlangsung sejajar.
- Perlukah mulainya kegiatan tertentu dengan menunggu yang lain.

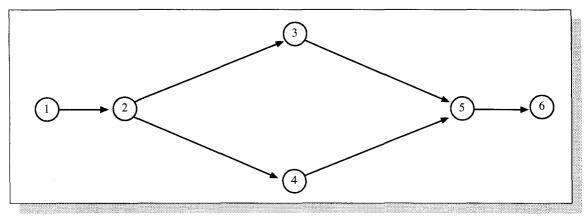
Contoh Proyek Pembangunan Gudang Kerangka Besi

Sebagai gambaran dalam menyusun komponen-komponen kegiatan proyek menjadi jaringan kerja, berikut ini adalah contoh proyek pembangunan gudang kerangka besi, seperti yang terdapat pada Tabel 12-5 yang disusun dalam format berikut:

Proyek dipecah menjadi 6 komponen pekerjaan dan ditentukan urutannya. Pada langkah ini, yang diberi perhatian hanyalah menyusun kegiatan-kegiatan tersebut berdasarkan hubungan ketergantungan, sedangkan hal-hal lain akan ditinjau pada tahap berikutnya. Terlihat bahwa kegiatan pembelian material (2-3) harus menunggu selesainya pembuatan gambar desain (1-2), karena sebelum desain diselesaikan belum diketahui jumlah maupun macam material secara tepat. Demikian pula halnya dengan pekerjaan menyiapkan lahan atau site preparation (2-4) harus menunggu sampai gambar desain selesai untuk mengetahui, misalnya berapa ukuran penggalian tanah untuk pondasi yang harus disiapkan. Dari analisis diketahui bahwa kegiatan pembelian material (2-3) dapat dilakukan bersamaan waktunya dengan kegiatan menyiapkan lahan (2-4). Selanjutnya, mudah dimengerti bahwa

Kegia	ıtan		Was datas
i	j	Keterangan	Kegiatan yang Mendahului
(1)	(2)	(3)	(4)
1	2	Membuat gambar desain	
2	3	Membeli material	1 – 2
2	4	Menyiapkan lahan	1 – 2
3	5	Pabrikasi (tiang dan atap)	2 – 3
4	5	Membuat pondasi	2 – 4
5	6	Mendirikan bangunan	3 - 5 dan 4 - 5

Tabel 12-5 Komponen kegiatan proyek pembangunan gudang kerangka besi.



Gambar 12-6 Jaringan kerja proyek yang mempunyai komponen kegiatan seperti pada Tabel 12-5.

pekerjaan pabrikasi (3-5) harus menunggu tersedianya material, sedangkan membuat pondasi (4-5) menunggu selesainya menyiapkan lahan (2-4). Pekerjaan mendirikan bangunan (5-6) baru dapat dimulai bila dua pekerjaan yang mendahuluinya telah selesai,

yaitu membuat pondasi (4-5) dan pabrikasi tiang, dinding, dan atap telah dikerjakan (3-5). Bila kegiatan-kegiatan di atas disusun menjadi jaringan kerja akan terlihat seperti pada Gambar 12-6.

12-5 Kurun Waktu Kegiatan

Setelah selesai menyusun rangkaian kegiatan menjadi jaringan kerja, maka sampai pada batas tertentu dapat dikatakan bahwa tahap perencanaan proyek telah diselesaikan. Prosesproses itu adalah menganalisis lingkup kerja, memecahkan menjadi langkah urutan kegiatan untuk mencapai sasaran dan memikirkan bagaimana usaha mencapai sasaran tersebut

dengan efisien, misalnya, kegiatan dilaksanakan berseri atau paralel dan lain-lain. Langkah berikutnya, memberikan unsur kurun waktu ke dalam masing-masing kegiatan. Dengan memasukkan unsur kurun waktu ke analisis jaringan kerja, berarti perencanaan telah memasuki taraf yang lebih khusus/spesifik, yaitu membuat jadwal kegiatan proyek.

A. Rapat Perencanaan

Ketepatan atau akurasi perkiraan kurun waktu akan banyak tergantung dari siapa yang membuat perkiraan tersebut. Misalnya, seorang pengawas pekerjaan pengelasan akan lebih akurat mengenai perkiraan waktu yang diperlukan untuk mengelas pipa dengan ukuran tertentu dibanding dengan pengawas pekerjaan lain. Menyadari akan pentingnya faktor akurasi dalam memperkirakan waktu komponen kegiatan yang sangat tergantung pada individu, maka dalam praktek sering diadakan rapat perencanaan di antara mereka yang bertanggung jawab atas pelaksanaan proyek. Mereka adalah penyelia lapangan dan engineer dari bidang teknik, perencanaan, dan pengendalian. Pada rapat ini para penyelia dan engineer saling memberikan masukan, sanggahan maupun komentar perihal rencana pelaksanaan lingkup kerja yang berkaitan dengan jadwal maupun keperluan sumber daya. Rapat semacam ini sering menghasilkan angka perkiraan kurun waktu yang realistis dan lebih dari itu mendorong timbulnya sikap terikat (committed) dari para pelaksana, untuk memenuhi sasaran yang telah dibuat dan disetujui bersama.

B. Perkiraan Kurun Waktu Kegiatan

Yang dimaksud dengan kurun waktu kegiatan dalam metode jaringan kerja adalah lama waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan dari awal sampai akhir. Kurun waktu ini lazimnya dinyatakan dengan jam, hari atau minggu. Pada bisnis konstruksi acapkali tersedia catatan perkiraan jumlah jam orang, untuk menyelesaikan suatu macam pekerjaan. Sehingga bila telah diketahui perkiraan tersebut dan ditentukan berapa besar jumlah tenaga kerja yang akan dipakai, maka angka kurun waktu dihitung dari rumus:

 $Kurun waktu = \frac{Jam-orang untuk}{menyelesaikan pekerjaan}$ Jumlah tenaga kerja

Pendekatan di atas merupakan salah satu cara memperkirakan kurun waktu kegiatan.

C. Faktor-faktor yang Perlu Diperhatikan

Faktor-faktor di bawah ini perlu diperhatikan dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan.

- a. Angka perkiraan hendaknya bebas dari pertimbangan pengaruh kurun waktu kegiatan yang mendahului atau yang terjadi sesudahnya. Misalnya, kegiatan memasang pondasi tergantung dari tersedianya semen, tetapi dalam memperkirakan kurun waktu memasang pondasi jangan dimasukkan fak tor kemungkinan terlambatnya penyediaan semen.
- b. Angka perkiraan kurun waktu kegiatan dihasilkan dari asumsi bahwa sumber daya tersedia dalam jumlah yang normal.
- c. Pada tahap awal analisis, angka perkiraan ini dianggap tidak ada keterbatasan jumlah sumber daya, sehingga memungkinkan kegiatan dilaksanakan dalam waktu yang bersamaan atau paralel. Sehingga penyelesaian proyek lebih cepat dibanding bila dilaksanakan secara berurutan atau berseri.
- d. Gunakan hari kerja normal, jangan dipakai asumsi kerja lembur, kecuali kalau hal tersebut telah direncanakan khusus untuk proyek yang bersangkutan, sehingga diklasifikasi sebagai hal yang normal.
- e. Bebas dari pertimbangan mencapai target jadwal penyelesaian proyek, karena dikhawatirkan mendorong untuk menentukan angka yang disesuaikan dengan target tersebut. Tidak memasukkan angka kontinjensi untuk hal-hal seperti adanya bencana alam (gempa bumi, banjir, badai, dan lain-lain), pemogokan, dan kebakaran.

D. Pengaruh Cuaca

Pengaruh cuaca merupakan salah satu persoalan yang sulit untuk diduga, dan oleh karenanya memerlukan perhatian yang khusus. Dikenal pendekatan berikut dalam masalah ini.

 Tidak memasukkan faktor cuaca ke dalam perkiraan waktu masing-masing kegiatan, tetapi memperhitungkan ke dalam kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan. Misalnya, suatu proyek akan selesai dalam waktu 150 hari, kemudian diperhitungkan pengaruh musim atau cuaca pada waktu proyek berlangsung, seperti salju atau hujan yang menghambat pekerjaan di lapangan terbuka selama 20 hari. Maka dalam hal ini penyelesaian proyek secara keseluruhan adalah 170 hari.

 Memasukkan faktor cuaca ke dalam masing-masing kegiatan. Di sini kegiatankegiatan tersebut dikaji sejauh mana kepekaannya terhadap pengaruh cuaca selama proyek berlangsung. Misalnya, pekerjaan tanah atau penyiapan lahan terhadap hujan dan lain-lain. Hanya khusus untuk pekerjaan demikian diberi alokasi waktu tambahan, kemudian dihitung penyelesaian proyek secara keseluruhan.

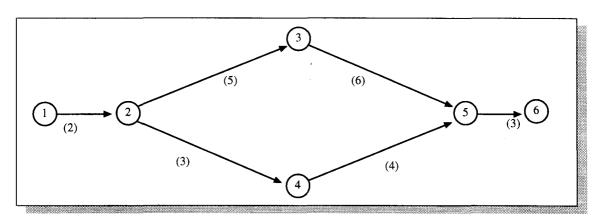
Pendekatan kedua secara potensial akan memberikan angka dengan akurasi yang lebih baik, tetapi juga memerlukan usaha yang lebih besar.

E. Peraturan yang Berlaku

Banyak peraturan-peraturan yang mempunyai pengaruh cukup berarti dan oleh karenanya perlu diperhitungkan, misalnya memperkirakan kurun waktu untuk memperoleh ijin mendirikan bangunan. Untuk halhal semacam ini, hendaknya sudah diidentifikasi sejak awal dalam membuat perencanaan atau jadwal, sehingga jangan sampai sasaran penyelesaian proyek tidak tercapai oleh karenanya.

F. Deterministik dan Probabilistik

Total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek akan tergantung pada waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan komponen pekerjaan dari proyek tersebut. Oleh karena itu, akurasi perkiraan kurun waktu penyelesaian masing-masing komponen mempunyai pengaruh langsung terhadap perkiraan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Dalam memperkirakan atau menentukan kurun waktu suatu kegiatan atau pekerjaan, terdapat perbedaan antara metode CPM dan PERT. Pada CPM dipakai cara "deterministik" yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi, di sini kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, dan nanti pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut apakah kurun waktu tersebut dapat diperpendek, misalnya dengan menambah biaya yang dikenal dengan istilah time cost trade-off. Pada PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik (ke arah yang lebih akurat). Untuk maksud ini, digunakan model yang memasukkan unsur konsep probability. Oleh karena itu, PERT memberikan perkiraan "rentang" (range) yang lebih besar dengan menggunakan tiga angka estimasi untuk menyelesaikan suatu kegiatan, yaitu waktu optimistis, pesimistis, dan "paling mungkin" (most likely). Dalam praktek, CPM umumnya dipakai pada proyek konstruksi dan menitikberatkan pada aspek perencanaan dan pengendalian waktu dan biaya. Sedangkan PERT banyak digunakan untuk proyek penelitian dan pengembangan yang berusaha



Gambar 12-7 Jaringan kerja proyek dengan angka kurun waktu di bawah anak panah.

mengestimasi unsur waktu penyelesaian yang paling baik. Selain adanya perbedaan seperti yang diuraikan di atas, metode CPM maupun PERT pada dasarnya memiliki persamaan dalam cara mengidentifikasi jalur kritis, slack atau float. Perhitungan memperkirakan kurun waktu kegiatan dengan metode PERT akan dibahas pada Bab 13. Gambar 12-7 adalah contoh jaringan kerja dengan keterangan kurun waktu dicantumkan di bawah anak panah.

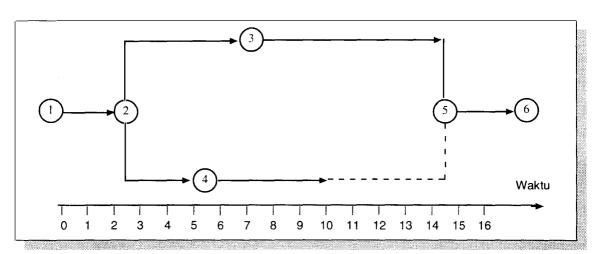
G. Jaringan Kerja Berskala Waktu

Sering dijumpai keadaan di mana perlu menyajikan perencanaan atau jadwal yang tidak terlalu terinci, mudah diikuti, dan dimengerti, misalnya jadwal induk yang terdiri dari 50–60 kegiatan pokok bagi penyelia dan pemimpin proyek. Jadwal induk itu kadangkadang disajikan dengan skala waktu (time

scaled network) seperti pada Gambar 12-8, dengan keterangan sebagai berikut:

- Anak panah dan node terletak pada garis horisontal yang berskala waktu.
- Panjang anak panah menunjukkan kurun waktu kegiatan.
- Seringkali dibuat garis tebal untuk menunjukkan jalur kritis.
- Foat atau slack ditandai dengan garis putus.
- Penggunaan float (sebelum atau sesudah kegiatan yang bersangkutan) harus ditentukan sebelum membuat penyajian.
- Perlu ditentukan terlebih dahulu apakah kegiatan bermula dari waktu mulai paling awal (ES), waktu mulai paling akhir (LS), atau yang lain.

Gambar 12-8 adalah jaringan kerja berskala waktu dengan kurun waktu masing-masing kegiatan seperti pada Gambar 12-7.



Gambar 12-8 Jaringan kerja berskala waktu.

RINGKASAN

- H. L. Gantt merintis pengelolaan waktu, khususnya perencanaan dan pengendalian waktu proyek yang sistematis dan analitis dengan memperkenalkan metode bagan balok. Metode ini mengidentifikasi urutan kegiatan dan unsur waktu yang terdiri dari waktu mulai, waktu selesai, dan saat pelaporan.
- Jaringan kerja merupakan penyempurnaan dari metode bagan balok. Pada jaringan kerja, telah terjawab pertanyaan-pertanyaan seperti berapa lama kurun waktu penyelesaian proyek tercepat, kegiatan mana bersifat kritis dan nonkritis, dan lain-lain.

- Karena luasnya aspek yang dijangkau metode jaringan kerja dalam penyelenggaraan proyek, maka sering dianggap proses menyusun jaringan kerja identik dengan metodologi manajemen proyek. Anggapan tersebut tidak sepenuhnya lengkap, karena manajemen proyek disamping berurusan dengan perencanaan dan pengendalian (yang merupakan area jaringan kerja), masih memiliki fungsi-fungsi lain seperti mengorganisir, memimpin, dan staffing.
- Prosedur dan sistematika menyusun jaringan kerja berturut-turut adalah mengkaji dan memecah lingkup proyek menjadi komponen-komponen kegiatan, menyusun kembali sesuai dengan logika ketergantungan, memberikan perkiraan waktu, dan mengidentifikasi jalur kritis. Dan bila diinginkan, dilanjutkan dengan mencari jadwal yang ekonomis dan optimal.
- Kaidah dasar jaringan kerja (CPM/PERT) adalah kecuali sebagai kegiatan awal, maka sebelum suatu kegiatan dapat mulai, kegiatan terdahulu (predecessor) harus sudah selesai.
- Berbagai faktor hendaknya diperhatikan dalam memperkirakan kurun waktu kegiatan, antara lain menggunakan hari kerja biasa (tidak lembur), jumlah sumber daya normal, tidak dipengaruhi target, pengaruh cuaca, memperhatikan peraturan yang berlaku (ijin mendirikan bangunan), dan lain-lain.
- Dikenal dua macam estimasi kurun waktu, CPM memakai cara deterministik satu angka, sedangkan PERT memakai tiga angka probabilitas dengan rentang waktu.

SOAL LATIHAN

- 1. Dapatkah bagan balok disusun dari jaringan kerja?
- 2. Sebutkan perbedaan dan persamaan antara bagan balok dengan jaringan kerja, dalam hubungannya untuk menyusun jadwal.
- 3. Langkah pertama menyusun jaringan kerja adalah memecah kegiatan menjadi unsurunsurnya. Seberapa rinci pemecahan ini harus dilakukan, dan apa untung ruginya.
- 4. Buatlah jaringan kerja proyek memasang pipa yang terdiri dari pekerjaan-pekerjaan berikut:

	Lama Waktu (minggu)
Menyiapkan gambar desain-engineering	2,0
Membebaskan tanah	4,0
Menggali tanah tempat pipa	3,0
Membuat jalan pipa	5,0
Membeli pipa	3,0
Pabrikasi	2,0
Mengangkut pipa ke lokasi	1,0
Memasang isolasi	2,0
Uji coba operasi	1,0

5. Proyek mendirikan gudang kerangka besi, terdiri dari kegiatan-kegiatan berikut:

		Lama Waktu (minggu)
•	Membuat gambar desain-engineering	2,0
•	Menyiapkan lahan	3,0
•	Membeli material untuk pondasi	2,0
•	Membeli material struktur tiang/dinding/atap	2,0
•	Membuat pondasi	3,0
•	Pabrikasi struktur tiang/dinding/atap	4,0
•	Mendirikan bangunan	2,0
•	Memasang atap	1,0

Buatlah jaringan kerja untuk proyek tersebut.

13

Metode, Teknik Perencanaan Waktu dan Menyusun Jadwal

ada bab-bab sebelumnya telah dibahas bagaimana cara menyusun pekerjaan yang merupakan komponen lingkup proyek menjadi jaringan kerja, memberikan angka kurun waktu pada masing-masing komponen, melakukan analisis mengenai berapa lama waktu penyelesaian atau jadwal proyek. Seperti telah disinggung sebelumnya, dalam hubungan ini terdapat metode dan

teknik yang terkenal, di antaranya ialah Metode Jalur Kritis (CPM), Project Evaluation and Review Technique (PERT), Preseden Diagram Method (PDM) serta Grafical Evaluation and Review Technique, (GERT). Tiga metode pertama sering dijumpai pada kegiatan konstruksi dan penelitian dan akan dibahas lebih jauh dalam bab ini.

13-1 Metode Jalur Kritis (CPM)

Pada metode CPM dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat. Jadi, jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek. Makna jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kadang-kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.

A. Terminologi dan Perhitungan

Dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal beberapa terminologi dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut:

TE = E

Waktu paling awal peristiwa (node/event) dapat terjadi (Earliest Time of Occurance), yang berarti waktu paling awal suatu kegiatan yang berasal dari node tersebut dapat dimulai, karena menurut aturan dasar jaringan kerja, suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan terdahulu telah selesai.

TI = I

Waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (Latest Allowable Event/Occurance Time), yang berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.

ES

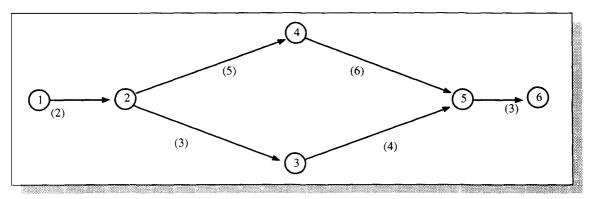
Waktu mulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start Time*). Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.

EF

Waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*). Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.

LS.

Waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (Latest Allowable Start Time), yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.



Gambar 13-1 Proyek dengan enam komponen kegiatan.

LF

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Latest Allowable Finish Time*) tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

D

Adalah kurun waktu suatu kegiatan. Umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan, dan lain-lain.

Hitungan Maju

Dalam mengidentifikasi jalur kritis dipakai suatu cara yang disebut hitungan maju. Berikut ini adalah contoh sederhana untuk maksud di atas, dengan memakai visualisasi proyek seperti yang terdapat pada Gambar 13-1. Pertama-tama perlu diingat kembali aturan atau kaidah dalam menyusun jaringan kerja berikut ini.

AT-1. Kecuali kegiatan awal, maka suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan yang mendahuluinya (predecessor) telah selesai.

Peristiwa 1 menandai dimulainya proyek. Di sini berlaku pengertian bahwa waktu paling awal peristiwa terjadi adalah = 0 atau E(1) = 0. Aturan selanjutnya untuk hitungan maju adalah seperti berikut ini.

AT-2. Waktu selesai paling awal suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal, ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan. EF = ES + D atau EF(i-j) = ES(i-j) + D(i-j).

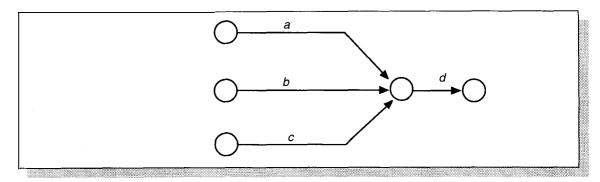
Jadi, untuk kegiatan 1–2 didapat: EF(1-2) = ES(1-2) + D = 0 + 2 = 2.

Analog dengan perhitungan di atas maka waktu selesai paling awal kegiatan 2–3 adalah hari ke-2 plus ke-3, sama dengan hari ke-5. Berikutnya kegiatan 2–4, kegiatan ini dimulai segera setelah kegiatan 1–2 selesai. Dengan kata lain, waktu mulai paling awal bagi kegiatan 2–4 adalah sama dengan waktu selesai paling awal dari kegiatan 1–2, sehingga waktu selesai paling awal kegiatan 2–4 adalah: EF(2–4) = 2 + 5 = 7.

Dengan pengertian yang sama maka mulainya kegiatan 3–5 ditentukan oleh selesainya kegiatan 2–3, dan waktu selesai paling awal kegiatan 3–5 adalah: EF(3–5) = 5 + 4 = 9. Sedangkan untuk kegiatan 4–5 didapat: EF(4–5) = 7 + 6 = 13.

Kemudian sampai pada kegiatan 5-6, di mana sebelumnya didahului oleh 2 kegiatan, yaitu 4-5 dan 3-5. Kaidah dasar jaringan kerja menyatakan bahwa kegiatan 5-6 baru dapat dimulai bila semua kegiatan yang mendahuluinya telah selesai. Pada contoh ini kegiatan 3-5 selesai pada hari ke-9, tetapi kegiatan 4-5 baru selesai pada hari ke-13, sehingga hari ke-13 adalah waktu mulai paling awal (ES) bagi kegiatan 5-6. Atau dapat dinyatakan bahwa untuk node 5 berlaku aturan sebagai berikut:

AT-3. Bila suatu kegiatan memiliki dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung, maka waktu mulai paling awal (ES) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu selesai paling awal (EF) yang terbesar dari kegiatan terdahulu.



Gambar 13-2 Suatu kegiatan dengan dua atau lebih kegiatan-kegiatan terdahulu yang menggabung.

Umpamakan c pada Gambar 13-2 memiliki EF terbesar dari kegiatan-kegiatan lain yang mendahului d, maka ES dari d adalah sama dengan EF dari c. Atau bila EF(c) > EF(b) > EF(a), maka ES(d) = EF(c). Jadi berdasarkan AT-3, maka waktu selesai paling awal kegiatan 5–6 adalah:

$$EF(5-6) = EF(4-5) + 3 = 13 + 3 = 16$$

Bila hasil-hasil perhitungan tersebut dicatat dalam suatu format, akan dihasilkan tabulasi seperti pada Tabel 13-1. Oleh karena kegiatan 5-6 adalah kegiatan terakhir dari proyek, maka selesainya kegiatan 5-6 berarti juga waktu selesainya proyek, yaitu pada hari ke-16.

Hitungan Mundur

Perhitungan mundur dimaksudkan untuk mengetahui waktu atau tanggal paling akhir kita "masih" dapat memulai dan mengakhiri masing-masing kegiatan tanpa menunda kurun waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, yang telah dihasilkan dari hitungan maju. Hitungan mundur dimulai dari ujung kanan (hari terakhir penyelesaian proyek) suatu jaringan kerja. Untuk jelasnya, kembali dipakai contoh di atas di mana kurun waktu penyelesaian proyek adalah 16 hari (lihat Tabel 13-2). Agar tidak menunda penyelesaian proyek maka hari ke-16 harus merupakan hari/waktu paling akhir dari kegiatan proyek, atau waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi, L(6) = EF(5-6) = 16, dan LF(5-6) = L(6). Untuk mendapatkan angka waktu mulai paling akhir kegiatan 5-6, maka dipakai aturan jaringan kerja yang menyatakan bahwa:

AT-4. Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan, atau

$$LS = LF-D$$

Tahel	13.	1 Hasil	nerhitungan	maiu	untuk	mendapatkan	FF
ı abcı		• I Idoli	Demilaria	maiu	untur	mendabathan	

	Kegiatan			Paling Awal		
i (1)	j (2)	Nama (3)	Waktu (D) (4)	Mulai (ES) (5)	Selesai (EF) (6)	
1	2		2	0	2	
2	3		3	2	5	
2	4		5	2	7	
3	5		4	5	9	
4	5		6	7	13	
5	6		3	13	16	

Kegiatan		Kurun Waktu	Kurun Waktu Paling Awal		Paling Akhir		
i, (1)	j, (2)	Nama (3)	(D) (4)	Mulai (ES) (5)	Selesai (EF) (6)	Mulai (LS) (7)	Selesai (LF) (8)
1	2	-	2	0	2	0	2
2	3		3	2	5	6	9
2	4		5	2	7	2	7
3	5		4	5	9	9	13
4	5		6	7	13	7	13
5	6		3	13	16	13	16

Tabel 13-2 Hasil perhitungan mundur untuk mendapatkan LF.

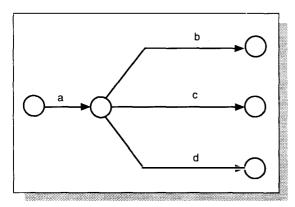
Jadi, untuk kegiatan 5--6 dihasilkan:

$$LS(5-6) = LF(5-6) - D$$
 atau
= $16 - 3 = 13$

Selanjutnya, bila kegiatan 5-6 mulai pada hari ke-13, maka ini berarti kedua kegiatan yang mendahuluinya harus diselesaikan pada hari ke-13 juga, sehingga LF dari kegiatan 4-5 dan 3-5 adalah sama dengan LS dari kegiatan 5-6, yaitu hari ke-13. Dengan memakai aturan AT-4 di atas, dihasilkan angka-angka berikut:

Kegiatan 4–5, maka LS(4–5) = 13 - 6 = 7Kegiatan 3–5, maka LS(3–5) = 13 - 4 = 9Kegiatan 2–4, maka LS(2-4) = 7 - 5 = 2Kegiatan 2–3, maka LS(2-3) = 9 - 3 = 6Kegiatan 1–2, maka LS(1-2) = 2 - 2 = 0

Dengan meninjau peristiwa atau node 2, di mana terdapat kegiatan yang "memecah" menjadi dua (atau lebih), maka berlaku aturan sebagai berikut:



Gambar 13-3 LF kegiatan yang memiliki dua atau lebih kegiatan berikutnya (memecah).

AT-5. Bila suatu kegiatan memiliki (memecah menjadi) 2 atau lebih kegiatan-kegiatan berikutnya (successor) seperti diperlihatkan Gambar 13-3, maka waktu selesai paling akhir (LF) kegiatan tersebut adalah sama dengan waktu mulai paling akhir (LS) kegiatan berikutnya yang terkecil.

Bila LS(b) < LS(c) < LS(d) maka LF(a) = LS(b).

Untuk contoh di atas, maka LF(1-2) = LS(2-4) = 2.

B. Jalur Kritis dan Float

Dari perhitungan dan tabulasi pada Tabel 13-3, terlihat bahwa waktu penyelesaian proyek paling cepat (EF) adalah 16 hari dan terdiri dari urutan kegiatan yang mengikuti jalur 1-2-4-5-6. Jadi, inilah yang disebut jalur kritis, demikian pula kegiatan-kegiatan yang terletak di jalur tersebut dinamakan kegiatan kritis. Sifat atau syarat umum jalur kritis adalah:

- 1. Pada kegiatan pertama: ES = LS = 0 atau E(1) = L(1) = 0.
- Pada kegiatan terakhir atau terminal: LF = EF.
- 3. Float total: TF = 0.

Contoh dan perhitungan-perhitungan di atas menunjukkan bagaimana proses memperkirakan waktu penyelesaian proyek. Waktu penyelesaian proyek umumnya tidak sama dengan total waktu hasil penjumlahan kurun waktu masing-masing kegiatan yang menjadi

Kegiatan		an	Kurun Waktu	Paling Awal		Paling Ak		ir Total Float
i (1)	j (2)	Nama (3)	(D) (4)	Mulai (ES) (5)	Selesai (EF) (6)	Mulai (LS) (7)	Selesai (LF) (8)	(TF) (9)
1	2		2	0	2	0	2	0
2	3		3	2	5	6	9	4
2	4		5	2	7	2	7	0
3	5		4	5	9	9	13	4
4	5		6	7	13	7	13	0
5	6		3	13	16	13	16	0

Tabel 13-3 Mengidentifikasi float dan jalur kritis.

unsur proyek, karena adanya kegiatan yang paralel. Penyajian jalur kritis ditandai dengan garis tebal. Bila jaringan kerja hanya mempunyai satu titik awal (initial node) dan satu titik akhir (terminal node), maka jalur kritis juga berarti jalur yang memiliki jumlah waktu penyelesaian terbesar (terlama), dan jumlah waktu tersebut merupakan waktu proyek yang tercepat. Kadang-kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam sebuah jaringan kerja.

Identifikasi Float Total

Float total dihitung dengan rumus berikut.

AT-6. Float total suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi waktu selesai paling awal, atau waktu mulai paling akhir dikurangi waktu mulai paling awal dari kegiatan tersebut. Atau dengan rumus:

$$TF = LF - EF = LS - ES$$

Dapat dinyatakan juga sebagai berikut:

AT-6a. Float total sama dengan waktu paling akhir terjadinya node berikutnya L(j), dikurangi waktu paling awal terjadinya node terdahulu E(i), dikurangi kurun waktu kegiatan yang bersangkutan D(i-j).

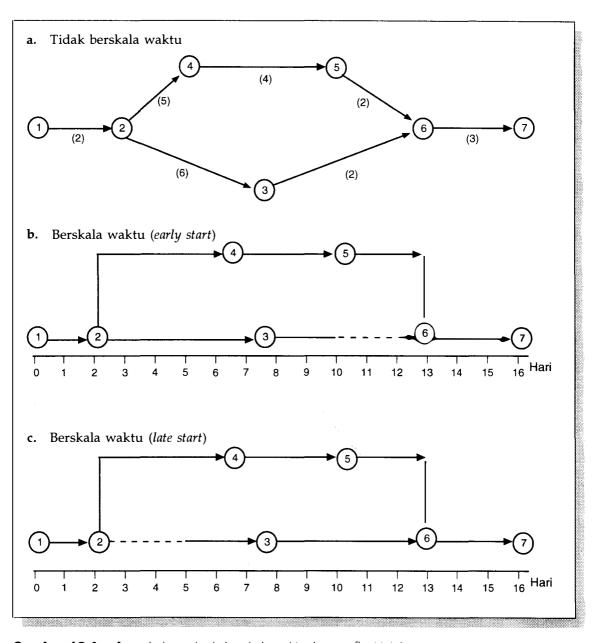
$$TF = L(j) - E(i) - D(i-j)$$

Kolom 9 dari Tabel 13-3 menunjukkan hasil perhitungan *float* bagi contoh proyek yang bersangkutan. Arti dan kegunaan float total akan lebih jelas bila disajikan dengan jaringan kerja berskala waktu seperti pada Gambar 13-4.

Dari Gambar 13-4b dan c, terlihat bahwa float total untuk kegiatan-kegiatan 2-3 dan 3–6 adalah 3 hari. Jadi, pada jalur 2–3–6 mempunyai waktu luang 3 hari sebelum menjadi jalur kritis. Misalnya, penyelesaian kegiatan 3-6 memerlukan waktu 4 hari atau 2 hari lebih lama dari rencana, maka kegiatan 3-6 akan selesai pada hari ke-12 dan bukan hari ke-10 seperti yang direncanakan. Dengan demikian, float total jalur 2-3-6 tinggal 3-2=1 hari. Namun, akibat keterlambatan tersebut, tidak sampai mempengaruhi waktu penyelesaian proyek yang tetap 16 hari. Lain halnya, misalnya, bila penyelesaian kegiatan 3-6 menjadi 15 hari atau terlambat 15 - 10 = 5 hari. Hal itu mengakibatkan float total pada jalur 2–3–6 termakan habis, bahkan berkurang sebesar 2 hari, yang berakibat penyelesaian proyek secara keseluruhan akan terlambat 2 hari menjadi 16 + 2 = 18 hari.

Arti Float Total

Pada perencanaan dan penyusunan jadwal proyek, arti penting dari float total adalah menunjukkan jumlah waktu yang diperkenankan suatu kegiatan boleh ditunda, tanpa mempengaruhi jadwal penyelesaian proyek secara keseluruhan. Jumlah waktu tersebut sama dengan waktu yang didapat bila semua kegiatan terdahulu dimulai seawal mungkin, sedangkan semua kegiatan berikutnya dimulai selambat mungkin. Float total ini dimiliki bersama oleh semua kegiatan yang ada pada jalur yang bersangkutan. Hal ini berarti bila salah satu kegiatan telah memakainya, maka float total yang tersedia untuk kegiatan-kegiatan lain yang berada pada jalur tersebut adalah sama dengan *float* total semula, dikurangi bagian yang telah terpakai.

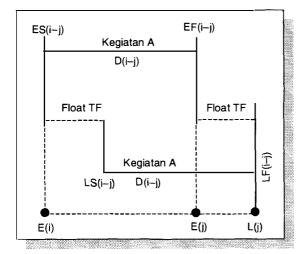


Gambar 13-4 a, b, c Jaringan kerja berskala waktu dengan float total.

Posisi Float Total

Telah dibahas sebelumnya bahwa dengan memiliki float total, maka pelaksanaan kegiatan dalam jalur yang bersangkutan dapat ditunda atau diperpanjang sampai batas tertentu, yaitu sampai float total = 0. Jadi di sini boleh dipilih kapan mulai atau selesainya suatu kegiatan tanpa mempengaruhi sele-

sainya jadwal proyek secara keseluruhan. Gambar 13-5*a* menunjukkan posisi dan hubungan float total dan parameter-parameter yang lain, juga terlihat bahwa float total dapat berada di bagian awal mulainya kegiatan (ES) atau di ujung waktu penyelesaian paling akhir (LS), bahkan dapat dipecah-pecah sesuai kebutuhan, asalkan masih di dalam batas L(j) – E(i).



Gambar 13-5a Posisi dan hubungan antara ES, LS, EF, LF, D dan float total.

Bagi pengelola proyek, memahami pengertian di atas akan sangat berguna terutama untuk memecahkan masalah pemerataan penggunaan sumber daya (resource leveling).

Float-float Bebas, Interferen, dan Independen

Di samping float total, di berbagai kepustakaan sering dibicarakan float yang lain seperti float bebas, float interferen, dan float independen.

1. Float Bebas

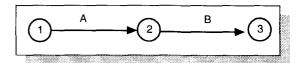
Seperti telah disinggung di muka, untuk memanfaatkan float total, kegiatan terdahulu harus mulai seawal mungkin (=ES). Sebaliknya kegiatan berikutnya harus dimulai selambat mungkin (=LS). Berbeda dengan hal di atas, salah satu syarat adanya float bebas (FF) adalah bilamana semua kegiatan pada jalur yang bersangkutan dimulai seawal mungkin. Besarnya FF suatu kegiatan adalah sama dengan sejumlah waktu di mana penyelesaian kegiatan tersebut dapat ditunda tanpa mempengaruhi waktu mulai paling awal dari kegiatan berikutnya ataupun semua peristiwa yang lain pada jaringan kerja. Dengan kata lain, float bebas dimiliki oleh satu kegiatan tertentu sedangkan float total dimiliki oleh kegiatan-kegiatan yang berada di jalur yang bersangkutan. Float bebas dihitung dengan cara berikut:

AT-7. Float bebas dari suatu kegiatan adalah sama dengan waktu mulai paling awal (ES) dari kegiatan berikutnya dikurangi waktu selesai paling awal (EF) kegiatan yang dimaksud.

Jadi, bila rangkaian terdiri dari kegiatan-kegiatan A(1–2) dan B(2–3) dengan node 1, 2 dan 3 maka kegiatan A mempunyai float bebas sebesar:

$$FF(1-2) = ES(2-3) - EF(1-2)$$

Dapat pula dilukiskan sebagai berikut:



Gambar 13-5b Float bebas.

2. Float Interferen

Definisi Float Interferen adalah sebagai berikut:

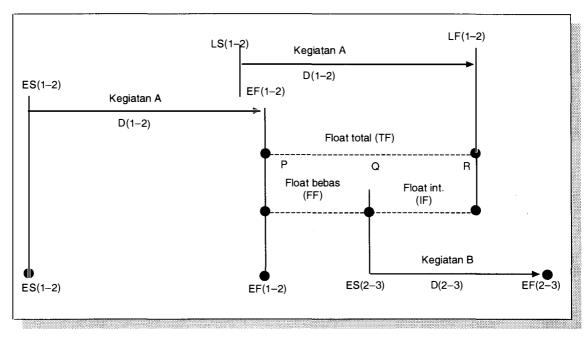
AT-8. Float interferen sama dengan float total dikurangi float bebas atau IF = FT – FF.

Arti dari *float interferen* adalah bila suatu kegiatan menggunakan sebagian dari IF sehingga kegiatan nonkritis berikutnya pada jalur tersebut perlu dijadwalkan lagi (digeser) meskipun tidak sampai mempengaruhi penyelesaian proyek secara keseluruhan.

3. Posisi dan Hubungan Float-float Total, Bebas, dan Interferen

Hubungan antara ketiga float tersebut di atas dijelaskan dengan bagan balok seperti terlihat pada Gambar 13-5c. Terdapat tiga kegiatan, yaitu:

- Kegiatan A dengan waktu mulai paling awal ES(1-2).
- 2. Kegiatan A dengan waktu mulai paling akhir LS(1–2).
- 3. Kegiatan B dengan waktu mulai paling awal ES(2–3).



Gambar 13-5c Menunjukkan posisi dan hubungan float total, float bebas, dan float interferen.

Float total didapatkan dari mengurangkan LF(1–2) – EF(1–2), yaitu sebesar PR. Diandaikan ES dari kegiatan berikutnya, yaitu kegiatan B mulai dari titik Q, maka sesuai rumus AT-7 float bebas FF dari kegiatan A adalah sebesar ES(2–3) – EF(1–2), yaitu sama dengan PQ. Terlihat bahwa PQ dalam contoh tersebut hanya dimiliki oleh kegiatan A, artinya kegiatan B dan kegiatan lain dalam jaringan kerja tidak ikut memiliki. Adapun float interferen adalah sebesar float total dikurangi float bebas atau sama dengan PR – PQ = QR.

4. Float Independen

Float independen memberikan identifikasi suatu kegiatan tertentu dalam jaringan kerja yang meskipun kegiatan tersebut terlambat, tidak berpengaruh terhadap float total dari kegiatan yang mendahului ataupun kegiatan berikutnya. Battersby memberi batasan float independen, yaitu semua predecessor selesai selambat mungkin dan successors mulai seawal mungkin, dan bila selisih waktu (interfal) tersebut melebihi kurun waktu kegiatan yang dimaksudkan, maka selisih ini disebut float independen. Atau bila dirumuskan adalah sebagai berikut:

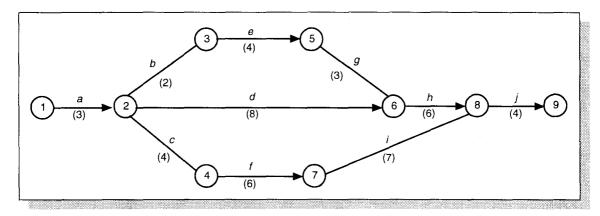
AT-9. Float Independen (FId) = ES kegiatan berikutnya dikurangi LF kegiatan terdahulu dikurangi kurun waktu kegiatan yang dimaksud.

6. Contoh-contoh Identifikasi Jalur Kritis Float Total, Float Bebas, dan Float Interferen

Proyek yang terdiri dari 10 kegiatan dengan data seperti pada Tabel 13-4 disusun menjadi jaringan kerja seperti yang ditunjukkan pada Gambar 13-6.

Tabel 13-4 Proyek dengan 10 Kegiatan

Nama Kegiatan	Nomor Kegiatan (i–j)	Kurun Waktu (D)
а	1 – 2	3
ь	2 – 3	2
С	2 – 4	4
d	2 – 6	8
e	3 – 5	4
f	4 – 7	6
g	5 – 6	3
h	6 – 8	6
i	7 – 8	7
j	8 – 9	4



Gambar 13-6 Jaringan kerja dari kegiatan sesuai Tabel 13-4.

Hitungan Maju

Dengan memakai rumus dan aturanaturan yang telah diterangkan terdahulu, maka didapat angka-angka berikut:

kegiatan a:

$$EF(1-2) = ES(1-2) + D(1-2) = 0 + 3 = 3$$

kegiatan b:

$$EF(2-3) = ES(2-3) + D(2-3) = 3 + 2 = 5$$

kegiatan e:

$$EF(3-5) = ES(3-5) + D(3-5) = 5 + 4 = 9$$

• kegiatan *g*:

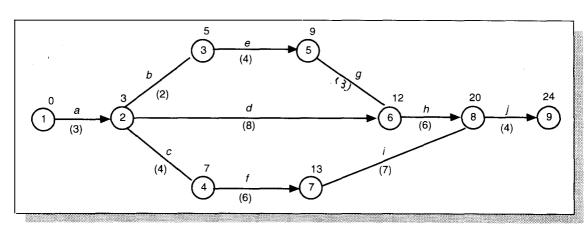
$$EF(5-6) = ES(5-6) + D(5-6) = 9 + 3 = 12$$

Pada peristiwa (node) 6 terjadi penggabungan kegiatan g dan d, sehingga untuk menghitung waktu mulai paling awal kegiatan h ES(6–8) perlu mengkaji waktu selesai paling awal kegiatan-kegiatan terdahulu, yaitu

EF(5-6) dan EF(2-6) atau mana dari dua kegiatan yang bergabung itu memiliki EF yang paling besar. Ternyata EF(5-6) = 12 lebih besar

Tabel 13-5 Tabulasi hasil hitungan maju.

Keg	Kegiatan Kurun		Paling Awal		
Nama	(i – j)	Waktu (D)		Selesai (EF = ES + D)	
а	1 – 2 🕜	3	0	3	
ь	2 - 3 4	. 2	3	5	
С	2 – 4	٠ 4	3	7	
d	2 – 6	. 8	3	11	
e	3 - 5	4	5	9	
f	4 – 7	6	7	13	
g	5 – 6	3	9	12	
h	6 – 8	6	12	18	
i	7 – 8	7	13	20	
j	8 – 9	4	20	24	



Gambar 13-7 Hitungan maju untuk menentukan ES dan EF.

dari EF(2-6) = 11, sehingga EF(6-8) = ES(5-6) + 6 = 12 + 6 = 18. Namun, di node 8 terjadi pula penggabungan dua kegiatan yaitu h dan i, sehingga perlu ditinjau lebih besar mana EF(6-8) dibanding EF(7-8). Ternyata EF(7-8) = 20 lebih besar dari EF(6-8) = 18. Dengan demikian, ES(8-9) = EF kegiatan terdahulu yang terbesar yaitu EF(7-8) = 20. Jadi, EF(8-9) = ES(8-9) + 4 = 24. Dengan demikian, waktu penyelesaian proyek yang terdiri dari 10 kegiatan secara keseluruhan adalah 24.

Hitungan Mundur

Bila hitungan maju digunakan untuk memperkirakan waktu penyelesaian paling singkat proyek, maka hitungan mundur bertujuan mengidentifikasi adanya float. Hitungan mundur dimulai dari node 9 ke kiri menelusuri jaringan kerja sampai ke node 1 seperti terlihat pada Gambar 13-8. Dari hitungan terdahulu, angka waktu penyelesaian paling awal kegiatan adalah sebesar EF(8-9) = 24. Dengan memakai rumus-rumus terdahulu akan diperoleh angka-angka berikut.

Untuk i.

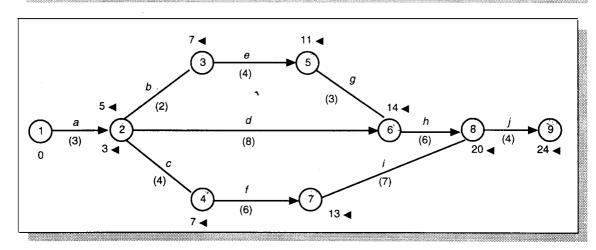
$$LS(7-8) = EF(7-8) - D(7-8) = 20 - 7 = 13$$

Untuk k,

$$LS(6-8) = EF(6-8) - D(6-8) = 18 - 6 = 12$$

Tabel 13-6 Tabulasi hasil hitungan mundur

Kegiatan		Kurun	Paling	Awal	Paling Akhir		
Nama	i – j	Waktu (D)	Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)	
а	1 – 2	3	0	3	0	3	
ь	2 – 3	2	3	5	5	7	
С	2 – 4	4	3	7	3	7	
d	2 - 6	8	3	11	6	14	
e	3 – 5	4	5	9	7	11	
f	4 – 7	6	7	13	7	13	
g	5 – 6	3	9	12	11	14	
h	6 – 8	6	12	18	14	20	
i	7 – 8	7	13	20	13	20	
j	8 – 9	4	20	24	20	24	



Gambar 13-8 Hitungan mundur untuk menentukan LS dan LF.

Keç	Kegiatan		giatan Kurun Paling Awal		Palin	Paling Akhir		Float		
i – j	Nama	Waktu (D)	Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)	Total (TF)	Bebas I (FF)	nterferen (IF)	
1 ~ 2	а	3	0	_3	0	3	0	0	0	
2 – 3	ь	2	3	5	3.,	7	2	0	2	
2 – 4	С	4	3	_7	3	7	0	0	0	
2 – 6	d	8	3	11	6	44	3	· <u>1</u>	② `	
3 – 5	е	4	5	9	5	11	2	0 -	2	
4 – 7	f	6	7	13	7	13	0	0	0	
5 – 6	g	3	9	12	11	14	2	0	2	
6 – 8	h	6	12	18	14	20	2	2	0	
7 – 8	i	7	13	20	13	20	0	0	0	
8 – 9	j	4	20	24	20	_24	0	0	0	

Tabel 13-7 Float total, float bebas, dan float interferen.

nalog dengan cara di atas akan diperoleh:

$$LS(5-6) = 11$$
, $LS(6-5) = 7$ dan $LS(4-7) = 7$

Pada node 2 kegiatan dipecah menjadi dua yaitu b dan c. Dengan memakai rumus AT-5 maka pada node 2 dikaji angka LS terkecil dari dua kegiatan yang terpecah yaitu LS(2–3) = 5 dan LS(2–4) = 3. Ternyata LS(2–4) adalah yang terkecil yaitu = 3, sehingga LF(1-2) = 3. Akhirnya diperoleh angka LS(1–2) = LF(1–2) – D(1–2) = 3 – 3 = 0. Tabel 13-6 adalah tabulasi hasil hitungan mundur di atas.

Keterangan:

Pemakaian rumus-rumus yang bersangkutan terhadap proyek yang terdiri dari kegiatan seperti pada Gambar 13-6 secara lengkap akan menghasilkan Tabel 13-7 yang penjelasannya sebagai berikut:

- Jalur a c f i j
 Pada jalur ini tidak terdapat float sama sekali, oleh karena itu, merupakan jalur kritis dari proyek tersebut dan kegiatankegiatan a, c, f, i, j disebut kegiatan kritis.
- Jalur d
 Jalur ini memiliki float total sebagai
 berikut:

kegiatan d = 3

Jalur b-e-g-h
 Jalur ini memiliki float total sebagai berikut:

kegiatan b = 2

kegiatan e = 2

kegiatan g = 2

kegiatan h = 2

Adapun yang memiliki float bebas adalah kegiatan d = 1 dan h = 2. Sedangkan float interferen ada pada kegiatan-kegiatan b, d, e dan g.

C. Tingkat Kritis Suatu Jalur dan "Management By Exception"

Bila Tabel 13-7 ditulis kembali menjadi Tabel 13-8 maka akan memperlihatkan kegiatan-kegiatan dan jalur mana yang kritis, hampir kritis, dan kurang kritis, yang dari segi pengelolaan mempunyai arti sebagai berikut:

Jalur Kritis

Jalur ini memerlukan perhatian maksimal dari pengelola proyek, terutama pada periode perencanaan dan implementasi pekerjaan/kegiatan yang bersangkutan, misalnya diberikan prioritas utama dalam alokasi sumber daya yang dapat berupa tenaga kerja, peralatan atau penyelia. Pengalaman menunjukkan bahwa kegiatan-kegiatan kritis dari suatu proyek umumnya kurang dari 20 persen total pekerjaan, sehingga memberikan perhatian lebih kepadanya dianggap tidak akan mengganggu kegiatan yang lain bila telah direncanakan dengan sebaik-baiknya.

	Kurun Waktu (D)	Paling Awal		Paling Akhir		Float	
Kegiatan		Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)	Total (TF)	Keterangan
а	3	0	3	0	3	0	jalur kritis
С	4	3	7	3	7	2	hampir kritis
f	6	7	13	7	13	0	jalur kritis
i	7	13	20	13	20	3	kurang kritis
j	4	20	24	20	24	2	hampir kritis
ь	2	3	5	5	7	0	jalur kritis
e	4	5	9	7	11	2	hampir kritis
g	3	9	12	11	14	2 .	hampir kritis
h	6	12	18	14	20	0	jalur kritis
d	8	3	11	6	14	0	jalur kritis

Tabel 13-8 Menunjukkan tingkat kekritisan suatu kegiatan pada jaringan kerja.

Jalur Hampir Kritis

Jalur ini memerlukan prioritas perhatian dari pengelola yang tidak sebesar pada kegiatan di jalur kritis. Meskipun demikian, bila tidak cukup diperhatikan bisa berubah menjadi kritis karena memiliki float yang tidak besar.

Jalur Kurang Kritis

Kegiatan-kegiatan pada jalur ini pada umumnya dianggap kurang memerlukan perhatian dari pucuk pimpinan proyek terutama dalam aspek jadwal.

Pendekatan dengan cara di atas yang dikenal dengan "management by exception" adalah salah satu keuntungan yang diperoleh dari penggunaan metode jalur kritis.

Jadwal dengan Kalender

Pada jaringan kerja, perhitungan kurun waktu didasarkan atas hari kerja tetapi implementasi pekerjaan menggunakan kalender, sehingga apa yang perlu dilakukan adalah "memindahkan" jumlah hari kerja yang dihasilkan dari perhitungan ke dalam tanggalkalender dan disebut kalender kerja. Kalender kerja pada dasarnya adalah kalender biasa yang menuliskan hari-hari kerja proyek secara

berurutan dan tidak memasukkan ke dalam hitungan hari minggu dan hari besar/libur. Tabel 13-9 adalah contoh kalender kerja.

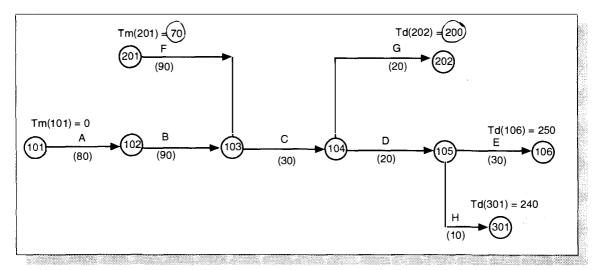
Pada contoh kalender kerja di Tabel 13-9 diumpamakan hari kerja adalah 6 hari dalam seminggu. Pada tanggal 2 Januari 1992 kegiatan proyek telah memasuki hari ke-34, dikurangi 2 hari libur dan 4 hari minggu maka pada bulan Januari kegiatan berlangsung selama 25 hari. Perhitungan dengan kalender lebih jauh akan dibahas pada Bab 29.

D. Multititik Awal dan Multiterminal

Sampai sejauh ini, pembahasan jaringan kerja terbatas pada asumsi bahwa proyek hanya memiliki satu titik awal dan satu terminal akhir berikut bagaimana cara mengidentifikasi jalur kritis di antara jalur-jalur yang terletak di antara kedua titik tersebut. Asumsi ini dimaksudkan untuk memudahkan penangkapan dan pemahaman. Pada kenyataan sesungguhnya proyek umumnya memiliki sejumlah titik awal dan terminal dengan jalur-jalur yang menghubungkan satu dengan yang lain, bahkan sering terjadi saling menyilang. Dengan demikian, usaha mengidentifikasi jalur kritis menjadi lebih ruwet.

Tabel 13-9 Kalender kerja.

JANUARI – 1992							
Minggu	Senin	Selasa	Rabu	Kamis	Jumat	Sabtu	
_	-	_	1	2	3	4	
- [32	33	libur	34	35	36	
5	6	7	8	9	10	11	
	37	38	39	40	41	42	
12	13	14	15	16	17	18	
	43	44	45	46	47	48	
19	20	21	22	23	24	25	
_	49	50	51	libur	52	53	
26	27	28	29	30	31	_	
_	54	55	56	57	58	59	



Gambar 13-9 Jaringan kerja AOA dengan multiawal dan multiterminal.

Contoh Soal

Proyek pembangunan kilang minyak mini dengan kegiatan utama ABCDEFGH terdiri dari 80 hari membuat desain-engineering dan pembelian (A), 90 hari konstruksi (B), 30 hari uji coba operasi peralatan termasuk ketel uap (C), 20 hari *start-up* dan uji coba operasi kilang

(D), dan 30 hari mengumpulkan produksi untuk pengapalan perdana (E). Dalam pada itu, salah satu lingkup proyek yaitu kegiatan pengadaan ketel uap (F-C-G) terdiri dari 90 hari pabrikasi (F), 30 hari uji coba operasi (C), dan 20 hari menyusun laporan hasil uji-coba operasi ketel uap (G). Evaluasi uji coba tersebut penting karena bila menunjukkan

Kurun Kegiatan Waktu **EF** LS LF ES Float Keterangan Α 80 0 80 -2060 -20Tm(101) = 080 В 90 170 60 150 -20C 200 30 170 150 180 -20D 20 200 220 200 220 0 Ε 220 220 0 30 250 250 Td(106) = 250σô F 90 160 60 150 -10Tm(201) = 70G 220 180 -20Td(202) = 20020 200 230 230 Н 10 240 10 Td(301) = 240

Tabel 13-10 Multi awal dan multi terminal.

hasil yang memuaskan maka proyek lain akan segera memesan ketel uap yang sama. Pekerjaan pabrikasi di atas diserahkan kepada "manufacturer". Pekerjaan membuat laporan operasi kilang guna serah terima dan pembayaran akhir proyek (H) ditargetkan selesai dalam waktu 10 hari, dan baru dapat dimulai selelah start-up dan uji coba operasi kilang selesai.

Menentukan Jalur Kritis

Analisis dengan menggunakan hitungan maju dan hitungan mundur dengan kondisi E(101) = Tm(101) = 0, E(201) = Tm(201) = 70, E(202) = Td(202) = 200, E(106) = Td(106) = 250

dan E(301) = Td(301) = 240 akan menghasilkan float seperti pada Gambar 13-9.

Terlihat bahwa beberapa kegiatan mempunyai float negatif, nol, dan positif. Untuk menentukan jalur kritis digunakan definisi yang berhubungan dengan multi titik awal dan multiterminal, yaitu jalur kritis adalah jalur yang memiliki float jalur ($path\ float$) terkecil. Berdasarkan batasan di atas maka jalur kritis proyek di Tabel 13-10 terdiri dari kegiatan-kegiatan $A \to B \to C \to G$ dengan float total –20, dan target kurun waktu Td(202) = 200. Karena float adalah negatif maka kurun waktu berdasarkan target kurang dari yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan.

13-2 Teknik Evaluasi dan Review Proyek (PERT)

Sebelumnya disebutkan bahwa dalam upaya meningkatkan kualitas perencanaan dan pengendalian proyek telah ditemukan metode selain CPM, suatu metode yang dikenal sebagai PERT. Bila CPM memperkirakan waktu komponen kegiatan proyek dengan pendekatan deterministik satu angka yang mencerminkan adanya kepastian, maka PERT direkayasa untuk menghadapi situasi dengan kadar ketidakpastian (uncertainty) yang tinggi pada aspek kurun waktu kegiatan. Situasi ini, misalnya dijumpai pada proyek penelitian dan pengembangan sampai menjadi produk yang sama sekali baru. PERT memakai pendekatan yang menganggap bahwa kurun waktu kegiatan tergantung pada banyak faktor dan varia-

si, sehingga lebih baik perkiraan diberi rentang (range), yaitu dengan memakai tiga angka estimasi. PERT juga memperkenalkan parameter lain yang mencoba "mengukur" ketidakpastian tersebut secara kuantitatif seperti "deviasi standar" dan varians. Dengan demikian, metode ini memiliki cara yang spesifik untuk menghadapi hal tersebut yang memang hampir selalu terjadi pada kenyataannya dan mengakomodasinya dalam berbagai bentuk perhitungan.

Orientasi ke Peristiwa

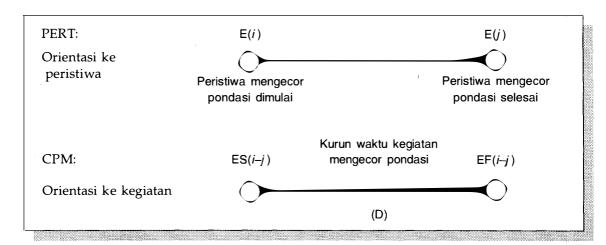
PERT mula-mula diperkenalkan dalam rangka merencanakan dan mengendalikan

proyek besar dan kompleks, yaitu pembuatan peluru kendali polaris yang dapat diluncurkan dari kapal selam di bawah permukaan air. Proyek tersebut melibatkan beberapa ribu kontraktor dan rekanan di mana pemilik proyek berkeinginan mengetahui apakah peristiwaperistiwa yang memiliki arti penting dalam penyelenggaraan proyek, seperti milestone dapat dicapai oleh mereka, atau bila tidak, seberapa jauh menyimpangnya. Hal ini menunjukkan PERT lebih berorientasi ke terjadinya peristiwa (event oriented) sedangkan CPM condong ke orientasi kegiatan (activity oriented).

Pada Gambar 13-10 dijelaskan tentang proses pekerjaan mengecor pondasi. Di sini metode PERT yang berorientasi ke terjadinya peristiwa, ingin mendapatkan penjelasan kapan peristiwa mengecor pondasi dimulai E(i) dan kapan peristiwa mengecor pondasi selesai E(j). Sedangkan CPM menekankan keterangan perihal pelaksanaan kegiatan mengecor pondasi dan berapa lama waktu yang diperlukan (D). Meskipun antara terjadinya suatu peristiwa tidak dapat dipisahkan dari kegiatan yang harus dilakukan untuk mencapai atau melahirkan peristiwa tersebut, namun penekanan yang dimiliki masingmasing metode perlu diketahui untuk memahami latar belakang dan maksud pemakaiannya.

Persamaan dan Perbedaan Penyajian Dalam visualisasi penyajiannya, PERT sama halnya dengan CPM, yaitu menggunakan diagram anak panah (activity on arrow) untuk menggambarkan kegiatan proyek. Demikian pula pengertian dan perhitungan mengenai kegiatan kritis, jalur kritis dan float yang dalam PERT disebut SLACK. Salah satu perbedaan yang substansial adalah dalam estimasi kurun waktu kegiatan, di mana PERT menggunakan tiga angka estimasi, yaitu, a, b, dan m yang mempunyai arti sebagai berikut:

- a = kurun waktu optimistik (optimistic duration time)
 Waktu tersingkat untuk menyelesaikan kegiatan bila segala sesuatunya berjalan mulus. Waktu demikian diungguli hanya sekali dalam seratus kali bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.
- m = kurun waktu paling mungkin (most likely time)
 Kurun waktu yang paling sering terjadi dibanding dengan yang lain bila kegiatan dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.
- b = kurun waktu pesimistik (pessimistic duration time)
 Waktu yang paling lama untuk menyelesaikan kegiatan, yaitu bila segala sesuatunya serba tidak baik. Waktu demikian dilampaui hanya sekali dalam seratus kali, bila kegiatan tersebut dilakukan berulang-ulang dengan kondisi yang hampir sama.



Gambar 13-10 Orientasi ke peristiwa versus ke kegiatan.

A. Teori Probabilitas

Seperti telah disebutkan di atas bahwa tujuan menggunakan tiga angka estimasi adalah untuk memberikan rentang yang lebih lebar dalam melakukan estimasi kurun waktu kegiatan dibanding satu angka deterministik. Teori probabilitas dengan kurva distribusinya akan menjelaskan arti tiga angka tersebut khususnya dan latar belakang dasar pemikiran metode PERT pada umumnya.

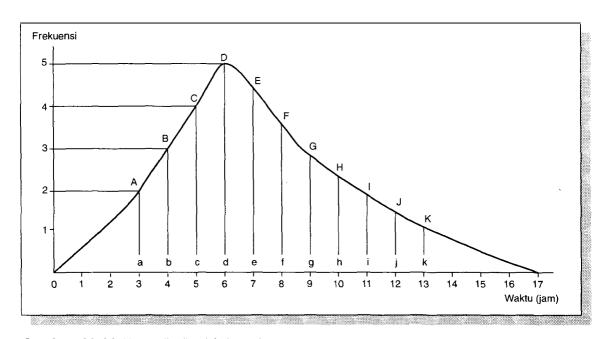
Pada dasarnya teori probabilitas bermaksud mengkaji dan mengukur ketidakpastian (uncertainty) serta mencoba menjelaskan secara kuantitatif. Diumpamakan satu kegiatan dikerjakan secara berulang-ulang dengan kondisi yang dianggap sama seperti pada Gambar 13-11. Sumbu horisontal menunjukkan waktu selesainya kegiatan. Sumbu vertikal menunjukkan berapa kali (frekuensi) kegiatan selesai pada kurun waktu yang bersangkutan. Misalnya, kegiatan X dikerjakan berulang-ulang dengan kondisi yang sama, selesai dalam waktu 3 jam yang ditunjukkan oleh garis aA, yaitu 2 kali. Sedangkan yang selesai dalam waktu 4 jam adalah sebesar bB = 3 kali dan kegiatan X yang selesai dalam 5 jam sebanyak cC = 4 kali. Bila hal tersebut dilanjutkan dan dibuat garis yang menghubungkan titik-titik puncak A-B-C-D-E-F-G- dan seterusnya akan diperoleh garis lengkung yang disebut *Kurva Distribusi Frekuensi Kurun Waktu Kegiatan X*.

Kurva Distribusi dan Variabel *a, b,* dan *m*

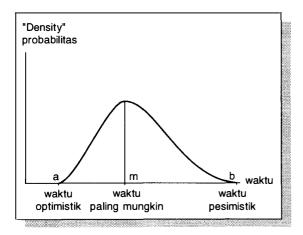
Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari *a, b,* dan *m.* Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah *m,* yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut *the most likely time.* Adapun angka *a* dan *b* terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi kegiatan seperti di atas pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut **Kurva Beta** seperti diperlihatkan oleh Gambar 13-12.

Kurva Distribusi dan Kurun Waktu yang Diharapkan (*te*)

Setelah menentukan estimasi angka-angka *a, m,* dan *b,* maka tindak selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka, yang disebut *te* atau kurun waktu yang diharapkan (*expected duration time*). Angka *te* adalah angka rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang-



Gambar 13-11 Kurva distribusi frekuensi.



Gambar 13-12 Kurva distribusi asimetris (beta) dengan *a*, *m*, dan *b*.

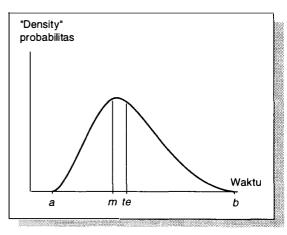
ulang dalam jumlah yang besar. Seperti telah dijelaskan di muka, bila kurun waktu sesungguhnya bagi setiap pengulangan dan jumlah frekuensinya dicatat secara sistematis akan diperoleh kurva "beta distribusi". Lebih lanjut, dalam menentukan te dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimistik (a) dan pesimistik (b) adalah sama. Sedang jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa di atas. Sehingga bila ditulis dengan rumus adalah sebagai berikut:

Kurun waktu kegiatan yang diharapkan:

$$te = (a + 4m + b)(1/6)$$
 13-1

Bila garis tegak lurus dibuat melalui te, maka garis tersebut akan membagi dua sama besar area yang berada di bawah kurva beta distribusi, seperti terlihat pada Gambar 13-13. Perlu ditekankan di sini perbedaan antara kurun waktu yang diharapkan (te) dengan kurun waktu paling mungkin (m). Angka m menunjukkan angka "terkaan" atau perkiraan oleh seorang estimator. Sedangkan te adalah hasil dari rumus perhitungan matematis. Sebagai contoh, misalnya dari estimator diperkirakan angka-angka sebagai berikut:

Kurun waktu optimistik (a) = 4 hari Kurun waktu pesimistik (b) = 9 hari Kurun waktu paling mungkin (m) = 5 hari



Gambar 13-13 Kurva distribusi dengan letak *a*, *b*, *m*, dan *te*.

Maka angka te:

$$te = (4 + 4 \times 5 + 9) (1/6)$$

= 5,5 hari

Dari contoh di atas ternyata angka kurun waktu yang diharapkan te = 5,5 lebih besar dari kurun waktu paling mungkin m = 5,0. Angka te akan sama besar dengan m bilamana kurun waktu optimistik dan pesimistik terletak simetris terhadap waktu paling mungkin atau b-m=m-a. Hal ini dijumpai misalnya pada kurva distribusi normal berbentuk genta. Konsep te sebagai angka rata-rata (meanvalue) mempermudah perhitungan karena dapat dipergunakan sebagai satu angka deterministik, seperti pada CPM dalam mengidentifikasi jalur kritis, float, dan lain-lain.

Estimasi Angka-angka a, b, dan m

Sama halnya dengan CPM, maka mengingat besarnya pengaruh angka-angka a, b, dan m dalam metode PERT, maka beberapa hal perlu diperhatikan dalam estimasi besarnya angka-angka tersebut. Di antaranya:

• Estimator perlu mengetahui fungsi dari *a, b,* dan *m* dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode PERT secara keseluruhan. Bila tidak, dikhawatirkan akan mengambil angka estimasi kurun waktu yang tidak sesuai atau tidak membawakan pengertian yang dimaksud.

- Di dalam proses estimasi angka-angka a, b, dan m bagi masing-masing kegiatan, jangan sampai dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
- Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (historical record), maka data demikian akan berguna untuk bahan pembanding dan banyak membantu mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan. Dengan syarat data-data tersebut cukup banyak secara kuantitatif dan kondisi kedua peristiwa yang bersangkutan tidak banyak berbeda.

Jadi yang perlu digaris-bawahi di sini adalah estimasi angka *a*, *b* dan *m* hendaknya bersifat berdiri sendiri, artinya bebas dari pertimbangan-pertimbangan pengaruhnya terhadap komponen kegiatan yang lain, ataupun terhadap jadwal proyek secara keseluruhan. Karena bila ini terjadi akan banyak mengurangi faedah metode PERT yang menggunakan unsur *probability* dalam merencanakan kurun waktu kegiatan.

B. Identifikasi Jalur Kritis dan Slack

Dengan menggunakan konsep te dan angkaangka waktu paling awal peristiwa terjadi (the earliest time of occurance – TE), dan waktu paling akhir peristiwa terjadi (the latest time of occurance–TL) maka identifikasi kegiatan kritis, jalur kritis dan slack dapat dikerjakan seperti halnya pada CPM, seperti:

$$(TE)-j = (TE)-i + te(i - j)$$

$$(TL)$$
-i = (TL) -j - $te(i - j)$

Pada jalur kritis berlaku:

Slack =
$$0$$
 atau $(TL) - (TE) = 0$

Untuk rangkaian kegiatan-kegiatan lurus (tanpa cabang), misalnya terdiri dari tiga kegiatan dengan masing-masing te(1-2), te(2-3), te(3-4) dan (TE)-1 sebagai peristiwa awal, maka total kurun waktu sampai (TE)-4 adalah: (TE)-4 = (TE)-1 + te(1-2) + te(2-3) + te(3-4).

Sedangkan untuk rangkaian yang memiliki kegiatan-kegiatan yang bergabung atau memencar, juga berlaku rumus-rumus pada metode CPM yang bersangkutan. Gambar 13-14 adalah contoh perhitungan menentukan jalur kritis dan slack proyek sederhana yang terdiri dari tujuh kegiatan.

Angka *a, m,* dan *b* ditulis di bawah anak panah. Untuk mendapatkan *te* masing-masing kegiatan dipergunakan Persamaan 13-1:

$$te(1-2) = (\frac{1}{6})(1 + 4 \times 4 + 7) = 4$$

$$te(2-3) = (\frac{1}{6})(1 + 4 \times 2 + 3) = 2$$

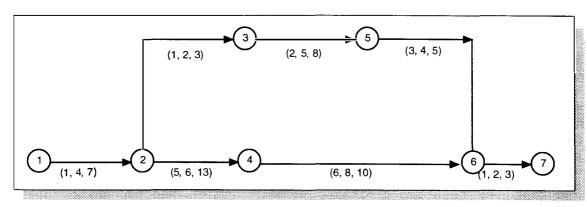
$$te(2-4) = (\frac{1}{6})(5 + 4 \times 6 + 13) = 7$$

$$te(3-5) = (\frac{1}{6})(2 + 4 \times 5 + 8) = 5$$

$$te(4-6) = (\frac{1}{6})(6 + 4 \times 8 + 10) = 8$$

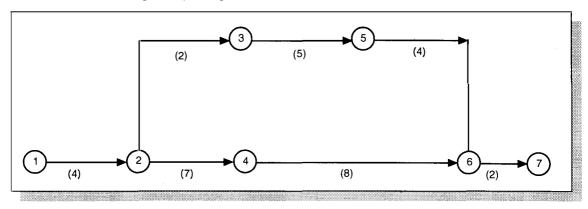
$$te(5-6) = (\frac{1}{6})(3 + 4 \times 4 + 5) = 4$$

$$te(6-7) = (\frac{1}{6})(1 + 4 \times 2 + 3) = 2$$



Gambar 13-14 Jaringan kerja dengan angka-angka a, m, dan b.

Gambar 13-15 Jaringan kerja dengan te.



Tabel 13-11 Tabulasi hasil perhitungan TE, TL, dan slack jaringan kerja dari Gambar 13-15.

Peristiwa (<i>event</i>)	Kurun Waktu (<i>te</i>)	(TE)	(TL)	Slack (<i>TL</i>) – (<i>TE</i>)
1	<u></u>	0	0	0
2	1-2 (4)	4	4	0
3	2–3 (2)	6	10	4
4	2-4 (7)	11	11	0
5	3-5 (5)	11	15	4
6	4–6 (8)	19	19	0
7	6-7 (2)	21	21	0

Dengan membubuhkan angka *te* menggantikan *a, m,* dan *b* maka jaringan menjadi seperti Gambar 13–15.

Setelah dihitung, angka yang dihasilkan kemudian ditabulasikan ke dalam format yang diperlihatkan oleh Tabel 13–11.

Dari perhitungan di atas terlihat bahwa jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan 1-2-4-6-7 dengan total waktu penyelesaian proyek sebesar 21 satuan waktu. Sedangkan jalur nonkritis ialah 2-3-5-6 dengan total slack = 4 satuan waktu. Perlu ditekankan di sini bahwa dalam mengidentifikasi dan menghitung kegiatan kritis maupun jalur kritis, seperti apa yang telah dikerjakan di atas, belum memasukkan faktor deviasi standar atau varians masing-masing kegiatan komponen proyek yang merupakan salah satu konsep penting PERT.

C. Deviasi Standar dan Varians Kegiatan

Estimasi kurun waktu kegiatan metode PERT memakai rentang waktu dan bukan satu kurun waktu yang relatif mudah dibayangkan. Rentang waktu ini menandai derajat ketidakpastian yang berkaitan dengan proses estimasi kurun waktu kegiatan. Berapa besarnya ketidakpastian ini tergantung pada besarnya angka yang diperkirakan untuk a dan b. Pada PERT, parameter yang menjelaskan masalah ini dikenal sebagai Deviasi Standar dan Varians. Berdasarkan ilmu statistik, angka deviasi standar adalah sebesar $\frac{1}{6}$ dari rentang distribusi (b-a) atau bila ditulis sebagai rumus menjadi sebagai berikut:

	Kurun Waktu		Paling	Kurun Waktu
Kegiatan	Optimistik (a)	Pesimistik (b)	Mungkin (<i>m</i>)	yang Diharapkan (<i>te</i>)
Α	4	10	5,5	6
В	2	14	5,0	6

Tabel 13-12 Kegiatan A dan B dengan te sama besar = 6.

Deviasi Standar Kegiatan

$$S = (\frac{1}{6})(b - a)$$
 13-2

Varians Kegiatan

$$V(te) = S^2 = \left[\left(\frac{1}{6} \right) (b - a) \right]^2$$
 13-3

Untuk lebih memahami makna dari parameter-parameter di atas, berikut adalah dua kegiatan A dan B yang memiliki te yang sama besar = 6 satuan waktu (lihat Tabel 13-12). Akan dikaji berapa besar deviasi standar dan varians masing-masing kegiatan tersebut, bila memiliki angka-angka a dan b yang berbeda.

Kegiatan A

$$te = \frac{4 + 22 + 10}{6}$$

$$S = \frac{1}{6}(b - a) = 1,0$$

$$V(te) = (1,0)^2 = 1,0$$

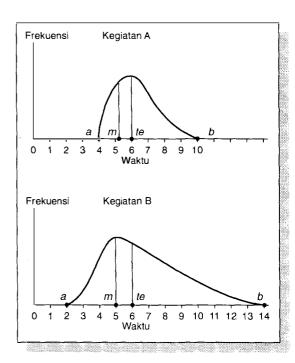
Kegiatan B

$$te = \frac{2 + 20 + 14}{6}$$

$$S = 2$$

$$V(te) = \left(\frac{12}{6}\right)^2 = 4$$

Dari contoh di atas terlihat bahwa meskipun kegiatan A dan B memiliki te sama besarnya, tetapi besar rentang waktu untuk A (10-4=6) jauh berbeda dibanding B (14-2=12). Ini berarti kegiatan B mempunyai derajat ketidakpastian lebih besar dibanding kegiatan A dalam kaitannya dengan estimasi kurun waktu. Gambar 13-16 memperlihatkan bila contoh di atas disajikan dengan grafik.

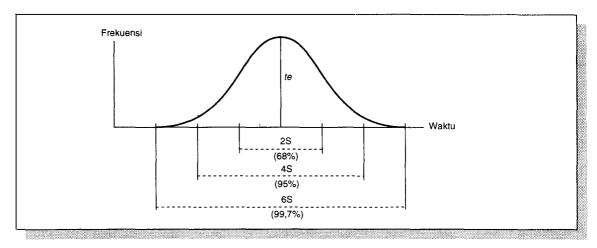


Gambar 13-16 Derajat ketidakpastian berbeda meskipun memiliki angka *te* yang sama besarnya.

D. Deviasi Standar dan Varians Peristiwa V (TE)

Di atas telah dibahas deviasi standar dan varians V(te) untuk kegiatan dalam metode PERT. Selanjutnya, bagaimana halnya dengan titik waktu terjadinya peristiwa (event time). Menurut J. Moder (1983) berdasarkan teori "Central Limit Theorem" maka kurva distribusi peristiwa atau kejadian (event time distribution curve) bersifat simetris disebut Kurva Distribusi Normal. Kurva ini berbentuk genta seperti terlihat pada Gambar 13-17.

Sifat-sifat kurva distribusi normal adalah sebagai berikut:



Gambar 13-17 Kurva distribusi untuk peristiwa/kejadian disebut kurva distribusi normal dan berbentuk genta.

- Seluas 68 persen arena di bawah kurva terletak dalam rentang 2S.
- Seluas 95 persen area di bawah kurva terletak dalam rentang 4S.
- Seluas 99,7 persen arena di bawah kurva terletak dalam rentang 6S.

Selanjutnya, untuk menghitung varians kegiatan V(te), varians peristiwa V(TE) baik untuk milestone maupun untuk proyek secara keseluruhan, yang terdiri dari serangkaian kegiatan-kegiatan dengan rumus sebagai berikut:

1.
$$(TE)$$
-4 = (TE) -1 + $te(1$ -2) + $te(2$ -3).

- 2. V(TE) pada saat proyek mulai = 0.
- 3. V(TE) peristiwa yang terjadi setelah suatu kegiatan berlangsung, adalah sama besar dengan V(TE) peristiwa sebelumnya ditambah V(te) kegiatan tersebut, bila dalam rangkaian kegiatan tersebut tidak ada penggabungan.

$$V(TE)-2 = V(TE)-1 + V(te)1-2$$

4. Bila terjadi penggabungan kegiatankegiatan, total V(TE) diperoleh dari perhitungan pada jalur dengan kurun waktu terpanjang atau varians terbesar.

Sekarang ditinjau bagaimana mengidentifikasi jalur kritis dan peristiwa proyek selesai, dengan memasukkan faktor deviasi standar dan varians. Sebagai ilustrasi, sekali lagi dipakai, misal suatu proyek yang terdiri dari 7 (tujuh) kegiatan seperti tertera pada Gambar

13-14 digambar lagi menjadi Gambar 13-18 dengan memasukkan faktor deviasi standar dan yarians.

Menghitung Varians (V) dan Deviasi Standar (S)

$$S = (1/6)(b - a)$$
$$V = S^2$$

Dari perhitungan terdahulu maka jalur kritis adalah 1–2–4–6–7 dengan total waktu:

$$(TE)-7 = (TE)-1 + te(1-2) + te(2-4) + te(4-6) + te(6-7)$$

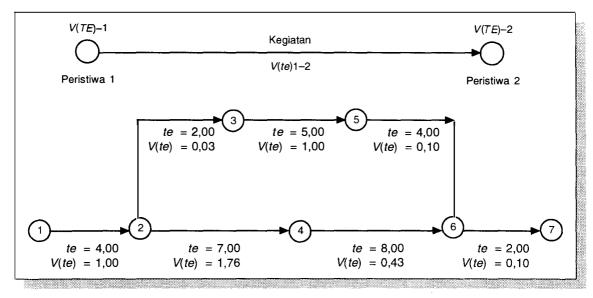
$$= 0 + 4 + 7 + 8 + 2 = 21$$

$$V(TE)-7 = V(TE)-1 + V(te)1-2 + V(te)2-4 + V(te)4-6 + V(te)6-7$$

$$= 0 + 1,00 + 1,76 + 0,43 + 0,10 = 3,29$$

Tabel 13-13 Tabulasi S dan V.

		Deviasi Standar	Variana
Kegiatan	te	S = 1/6 (b-a)	Varians V(<i>te</i>) = S²
1 – 2	4,0	1,00	1,00
2 – 3	2,0	0,16	0,03
2 – 4	7,0	1,33	1,76
3 – 5	5,0	1,00	1,00
4 – 6	8,0	0,66	0,43
5 – 6	8,0	0,33	0,10
6 – 7	2,0	0,33	0,10



Gambar 13-18 Jaringan kerja dengan te dan v pada masing-masing kegiatan sesuai Tabel 13-13.

Dengan total varians V(TE) = 3.29 maka deviasi standar $S = \sqrt{3.29} = 1.81$ atau 3S =5,43. Jadi, diperoleh angka untuk titik peristiwa selesainya proyek yaitu pada hari ke-21 (bila hari dipakai sebagai satuan waktu) dengan besar rentang 3S peristiwa 7 adalah = 5,43. Atau dengan kata lain, kurun waktu penyelesaian proyek adalah 21 ± 5,43 hari. Dengan demikian, dapat digambarkan kurva distribusi normal (TE)-7 seperti terlihat pada Gambar 13-19 kanan bawah. Dari ilustrasi di bawah terlihat bedanya hasil hitungan sebelum dan sesudah memasukkan faktor deviasi standar dan varians, yaitu peristiwa selesainya proyek mempunyai rentang waktu yang dalam contoh di atas sebesar ±5,43 hari. Akibat dari keadaan ini adalah perlunya pengamatan dan analisis yang seksama dalam mengidentifikasi jalur kritis terutama pada proyek yang memiliki sejumlah jalur subkritis.

E. Target Jadwal Penyelesaian (TD)

Pada penyelenggaraan proyek, sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan (milestone) dengan masing-masing target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan. Pimpinan proyek atau pemilik acapkali menginginkan suatu analisis untuk mengetahui kemungkinan/kepastian mencapai target jadwal tersebut. Hubungan antara waktu

yang diharapkan (TE) dengan target T(d) pada metode PERT dinyatakan dengan z dan dirumuskan sebagai berikut:

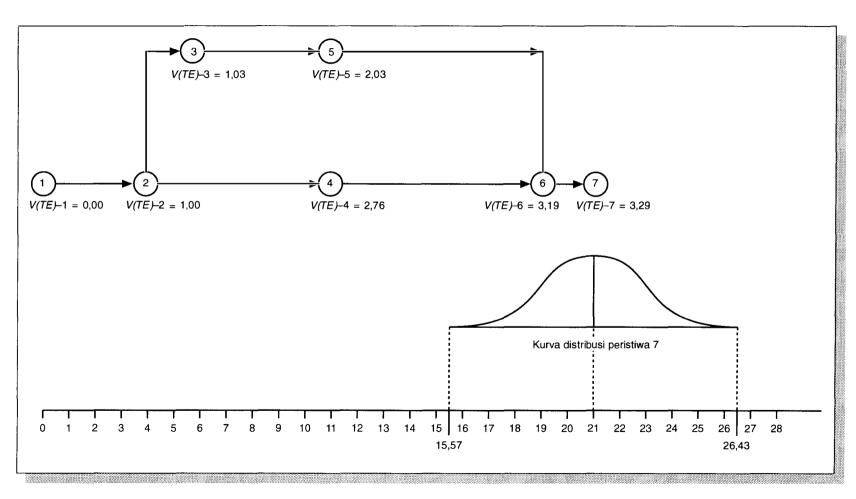
Deviasi
$$z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

Sebagai ilustrasi dipakai contoh proyek seperti pada Gambar 13-19. Misalnya ditentukan target penyelesaian pada hari Td = 20, kemudian ingin diketahui sejauh mana target tersebut dapat dicapai.

Dihitung z:

$$z = \frac{T(d) - TE}{S} = \frac{20,0 - 21,0}{1,81} = \frac{-1,0}{1,81} = -0,55$$

Dengan angka z = -0.55 (lihat tabel yang terlampir pada Apendiks II) diperoleh angka "probabilitas" sebesar 0,29. Hal ini berarti kemungkinan (*probability*) proyek selesai pada target Td = 20 adalah sebesar 29,0 persen. Perlu ditekankan di sini bahwa dalam menganalisis kemungkinan di atas dikesampingkan adanya usaha-usaha tambahan guna mempercepat penyelesaian pekerjaan, misalnya dengan penambahan sumber daya. Dengan diketahui indikasi berapa persen kemungkinan tercapainya target jadwal suatu kegiatan, maka hal ini merupakan informasi yang penting bagi pengelola proyek untuk mempersiapkan langkah-langkah yang diperlukan.



Gambar 13-19 Mengkaji peristiwa selesainya proyek dan kurva distribusi yang bersangkutan.

Ringkasan Menghitung TE (Milestonel Proyek selesai) dan Kemungkinan (%) Mencapai Td (Target yang Diingini)

Garis besar urutan menghitung kemungkinan mencapai target dalam metode PERT adalah sebagai berikut:

- 1. Memberikan kepada masing-masing komponen kegiatan angka estimasi *a*, *b*, dan *m*.
- 2. Menghitung *te* untuk masing-masing komponen kegiatan.
- 3. Identifikasi kegiatan kritis. Hitung kurun waktu penyelesaian proyek atau *milestone*, yaitu *TE* = jumlah *te* kegiatan-kegiatan kritis.
- 4. Tentukan varians untuk masing-masing kegiatan kritis pada jalur kritis terpanjang menuju titik peristiwa TE yang dimaksud. Dipakai rumus = dengan rumus V(TE) = Jumlah V(te) kegiatan kritis.
- 5. Sebagai langkah terakhir untuk menganalisis kemungkinan mencapai target T(d) dipakai rumus

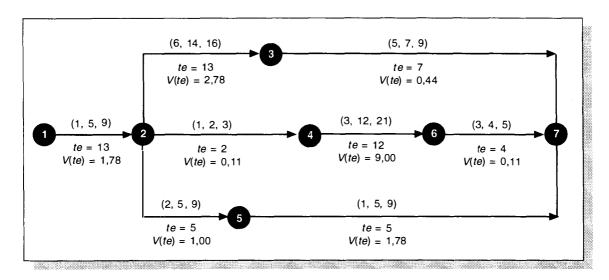
$$z = \frac{T(d) - TE}{S}$$
, di mana $S^2 = V(TE)$

6. Dengan menggunakan tabel cumulative normal distribution function akan dapat ditentukan kemungkinan (%) proyek selesai pada target T(d).

Seperti telah dijelaskan sebelumnya, *TE* kecuali sebagai peristiwa akhir proyek juga dapat berupa "*milestone*" atau peristiwa penting lain yang terjadi selama proyek berlangsung.

F. Jalur Kritis, Subkritis serta Perbandingan PERT versus CPM

Pada bab terdahulu, yang membahas kurun waktu penyelesaian proyek dengan metode CPM telah disebutkan adanya jalur kritis dan jalur hampir kritis atau subkritis. Selanjutnya, dijelaskan perlunya pengamatan dan analisis yang seksama atas jalur tersebut. Pada metode PERT, pengamatan dan analisis atas jalur kritis dan subkritis justru lebih ditekankan lagi. Hal itu terlihat pada waktu menganalisis deviasi standar, varians tiap kegiatan pada jalur kritis dijumlahkan, dan dihitung akar padanya untuk mendapatkan angka deviasi standar peristiwa yang dimaksudkan (titik peristiwa milestone atau selesainya proyek). Seandainya total varians jalur subkritis lebih besar dengan angka perbedaan yang cukup substansial dari angka total varians di jalur kritis, sedangkan angka Te antara keduanya tidak terlalu besar, maka oleh sesuatu sebab ada kemungkinan jalur subkritis akan berubah menjadi kritis, seperti ditunjukkan oleh contoh pada Gambar 13-20 dan Tabel 13-14.



Gambar 13-20 Jaringan kerja dengan jalur kritis dan subkritis.

Tabel 13-14 Jalur kritis dan subkritis dari Gambar 13-20.

		Total Waktu <i>Te</i>	Total Varians <i>V</i> (<i>te</i>)
Jalur kritis :	1-2-3-7	25	5,0
Jalur subkritis :	1-2-4-6-7	23	11,0
Jalur nonkritis:	1-2-5-7	15	4,56

Simulasi Montecarlo

Salah satu prosedur yang dikenal sebagai Simulasi Montecarlo dengan menggunakan komputer, dapat memperbaiki masalah identifikasi jalur kritis dan subkritis. Masing-masing kegiatan dianggap memiliki kurva distribusi beta dan kurun waktu kegiatan dipilih secara acak (random). Kemudian jalur yang terbentuk dari rangkaian kegiatan tersebut di atas yang memiliki kurun waktu terpanjang diidentifikasi dan dicatat kurun waktu maupun komponen kegiatannya. Prosedur di atas dilakukan ribuan kali sehingga dapat diamati kemungkinan berapa kali suatu kegiatan terletak pada jalur kritis. Berdasarkan pengamatan ini disusun distribusi waktu penyelesaian proyek. Angka rata-rata kurun waktu penyelesaian proyek dan deviasi standar yang diperoleh dari simulasi ini lebih akurat dibanding dengan pendekatan konvensional yang telah dibahas terdahulu.

Kritik Terhadap PERT

Dari pembahasan metode PERT secara garis besar terlihat bahwa ketepatan hasil analisis untuk menentukan peristiwa penyelesaian proyek maupun konsep deviasi standar untuk melihat seberapa jauh kemungkinan mencapai target, semua itu tergantung dari ketepatan dalam memilih angka-angka tiga estimasi a, m, dan b.

Di sinilah acapkali dialamatkan kritik yang berhubungan dengan metode PERT. Sering dijumpai estimator menggunakan angkaangka yang jauh dari realistis karena kurang pengalaman dalam bidangnya. Hasil perhitungan akhir akan jauh berbeda hanya karena estimator yang satu bersikap optimis dan yang lainnya konservatif.

Perbandingan PERT versus CPM

Jika telah mengetahui kedua metode CPM dan PERT, maka dapat dibandingkan, aspekaspek apa yang perlu diberi perhatian lebih besar dalam aplikasinya. Dengan demikian, memberikan pegangan dalam memilih metode mana yang hendak dipakai untuk merencanakan dan menyusun jadwal berbagai macam proyek. Seperti telah dijelaskan di bab terdahulu, keduanya termasuk klasifikasi diagram AOA (activity on arrow). Tabel 13-15 menunjukkan beberapa ciri dari kedua metode tersebut.

Satu hal lagi mengenai kedua metode tersebut adalah dengan adanya faktor varians,

Tabel 13-15 Perbandingan PER	Fversus CPM unt	tuk beberapa fenomena.
-------------------------------------	-----------------	------------------------

Fenomena	СРМ	PERT
Estimasi kurun waktu kegiatan	Deterministik, satu angka	Probabilistik, tiga angka
2. Arah orientasi	Ke kegiatan	Ke peristiwa/kejadian
3. Identifikasi jalur kritis dan float	Dengan hitungan maju dan mundur	Cara sama dengan CPM
Kurun waktu penyelesaian <i>milestone</i> atau proyek	Ditandai dengan suatu angka tertentu	Angka tertentu ditambah varians
5. Kemungkinan (<i>probability</i>) mencapai target jadwal	Hitungan/analisis untuk maksud tersebut tidak ada	Dilengkapi cara khusus untuk itu
6. Menganalisis jadwal yang ekonomis	Prosedurnya jelas	Mungkin perlu dikonversikan ke CPM dahulu

maka pada PERT perlu diperhatikan jalur subkritis karena oleh sesuatu sebab mungkin menjadi kritis dengan segala akibatnya. Ini tidak ada dalam CPM.

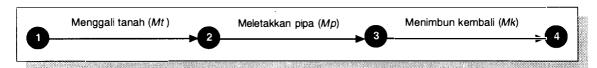
13-3 Metode Diagram Preseden (PDM)

Pada pembahasan jaringan kerja di Bab 12, telah disinggung bahwa di samping bentuk AOA juga dikenal AON atau kegiatan berada di node (activity on node). Metode preseden diagram (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON. Di sini kegiatan dituliskan di dalam node yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panah hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian, dummy yang dalam CPM dan PERT merupakan tanda yang penting untuk menunjukkan hubungan ketergantungan, di dalam PDM tidak diperlukan. Di bab ini akan disajikan dasar-dasar menyusun PDM beserta konstrain yang dapat terjadi antara kegiatankegiatan, cara menghitung jalur kritis serta contoh perhitungan, dengan memasukkan unsur kemungkinan adanya splitting dalam melaksanakan kegiatan. Pembahasan diakhiri dengan menyajikan konsep time reserved management yaitu metode yang diperkenalkan oleh D. H. Bush (1991) untuk merencanakan dan

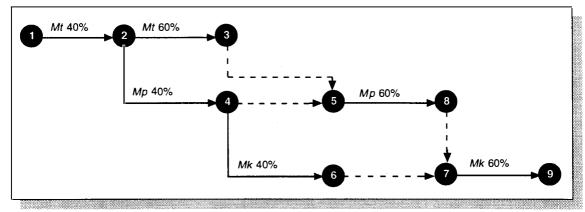
mengendalikan jadwal proyek, khususnya penggunaan cadangan waktu.

A. Kegiatan Tumpang Tindih

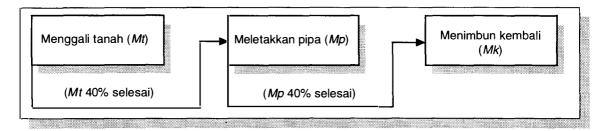
Aturan dasar CPM atau AOA mengatakan bahwa suatu kegiatan boleh dimulai setelah pekerjaan terdahulu (predecessor) selesai, maka untuk proyek dengan rangkaian kegiatan yang tumpang tindih (overlaping) dan berulangulang akan memerlukan garis dummy yang banyak sekali, sehingga tidak praktis dan kompleks. Sebagai contoh, Gambar 13-21a memperlihatkan jaringan kerja AOA proyek memasang pipa, yang terdiri dari kegiatankegiatan menggali tanah, meletakkan pipa dan menimbun kembali. Misalkan setelah diteliti untuk mempersingkat waktu, komponen kegiatan proyek dilaksanakan secara tumpang tindih, yaitu pekerjaan meletakkan pipa dimulai setelah pekerjaan menggali tanah selesai 40 persen dari panjang keseluruhan, jadi tidak perlu menunggu selesai 100 persen.



Gambar 13-21a Proyek memasang pipa dengan metode AOA/CPM.



Gambar 13-21b Kegiatan-kegiatan dipecah menjadi 40 persen dan 60 persen bagian.



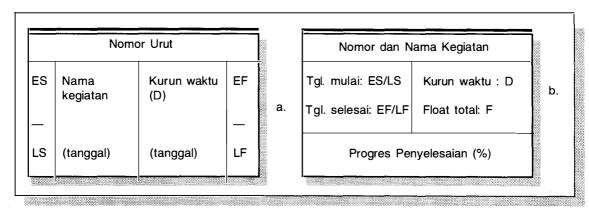
Gambar 13-21c Kegiatan seperti pada Gambar 13-21b disajikan dengan metode PDM.

Demikian halnya pekerjaan berikutnya. Untuk maksud tersebut, bila dipakai metode CPM, kegiatan harus dikelompokkan menjadi beberapa bagian, yang dalam contoh di atas ditunjukkan dengan angka-angka bagian 40persen dan 60 persen. Terlihat bahwa jaringan kerja yang dihasilkan Gambar 13-21*b* menjadi kompleks dan memerlukan banyak dummy. Bila proyek tersebut disajikan dengan metode PDM, seperti pada Gambar 13-21c, akan menghasilkan diagram yang relatif sederhana. Oleh karena itu, metode ini banyak dijumpai pada proyek-proyek engineeringkonstruksi yang kaya akan pekerjaan tumpang tindih dan pengulangan, seperti pemasangan pipa, pembangunan gedung bertingkat, pengaspalan, dan lain-lain.

Kegiatan, Peristiwa, dan Atribut

Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dalam node yang berbentuk kotak segiempat. Definisi kegiatan dan peristiwa sama seperti pada CPM. Hanya perlu ditekankan di sini bahwa dalam PDM kotak tersebut menandai suatu kegiatan, dengan demikian harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya. Adapun peristiwa merupakan ujung-ujung kegiatan. Setiap node mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir. Ruangan dalam node dibagi menjadi kompartemen-kompartemen kecil yang berisi keterangan spesifik dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut. Pengaturan denah (lay out) kompartemen dan macam serta jumlah atribut yang hendak dicantumkan bervariasi sesuai keperluan dan keinginan pemakai. Beberapa atribut yang sering dicantumkan di antaranya adalah kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan (ES, LS, EF, LF, dan lain-lain).

Kadang-kadang di dalam kotak node dibuat kolom kecil sebagai tempat mencantumkan tanda persen (%) penyelesaian pekerjaan. Kolom ini akan membantu mempermudah mengamati dan memonitor progres pelaksanaan kegiatan.



Gambar 13-22 Denah yang lazim pada node PDM.

B. Konstrain, Lead, dan Lag

Telah disinggung di awal bab ini bahwa pada PDM, anak panah hanya sebagai penghubung atau memberikan keterangan hubungan antarkegiatan, dan bukan menyatakan kurun waktu kegiatan seperti halnya pada CPM. Tetapi karena PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM (kegiatan boleh mulai setelah kegiatan yang mendahuluinya selesai), maka hubungan antarkegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Konstrain menunjukkan hubungan antarkegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua node. Karena setiap node memiliki dua ujung, yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F), maka ada 4 macam konstrain, yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF) dan akhir ke awal (FS). Pada garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (lead) atau terlambat tertunda (lag). Bila kegiatan (i) mendahului (j) dan satuan waktu adalah hari, maka penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1. Konstrain Selesai ke Mulai - FS

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai FS(i-j) = a yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai. Proyek selalu menginginkan besar angka a sama dengan 0 kecuali bila dijumpai hal-hal tertentu, misalnya:

- Akibat iklim yang tak dapat dicegah.
- Proses kimia atau fisika seperti waktu pengeringan adukan semen.
- Mengurus perijinan.

Jenis konstrain ini identik dengan kaidah utama jaringan kerja-CPM atau PERT, yaitu suatu kegiatan dapat mulai bila kegiatan yang mendahuluinya (predecessor) telah selesai.

2. Konstrain Mulai ke Mulai - SS

Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Atau SS(i-j) = b yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 persen, maka kegiatan (j) boleh mulai. Atau kegiatan (j) boleh mulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan terdahulu, karena per definisi b adalah sebagian dari kurun waktu kegiatan terdahulu. Jadi, di sini terjadi kegiatan tumpang tindih.

3. Konstrain Selesai ke Selesai - FF

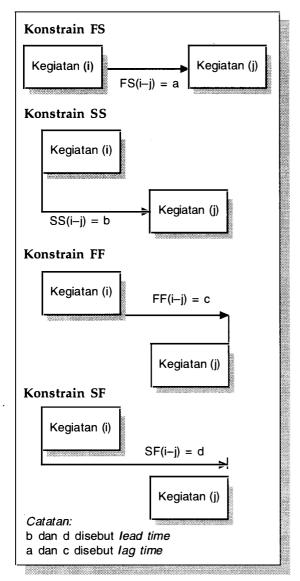
Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Atau FF(i-j) = c yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Konstrain semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100%, sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian (= *c*) hari selesai. Besar angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan (j). Dari Gambar 13-21c sebagai contoh terlihat bahwa kegiatan (j) boleh mulai sembarang waktu, tetapi pada waktu kegiatan (i) selesai, harus masih ada porsi kegiatan (j) yang belum selesai. Jadi, misalkan selesainya kegiatan (i) terlambat, maka selesainya kegiatan (j) ikut terlambat.

4. Konstrain Mulai ke Selesai - SF

Menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan SF(i-j)=d, yang berarti suatu kegiatan (i) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai. Jadi, dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan.

Tanda Konstrain dalam Jaringan Kerja

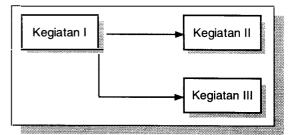
Gambar 13-23 memperlihatkan penulisan konstrain pada PDM, yaitu dicantumkan di atas anak panah yang menghubungkan dua kegiatan. Kadang-kadang dijumpai satu kegiatan memiliki hubungan konstrain dengan lebih dari satu kegiatan seperti ditunjukkan oleh Gambar 13-24a atau suatu multikonstrain,



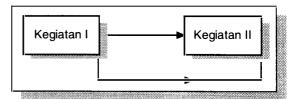
Gambar 13-23 Konstrain pada PDM.

yaitu dua kegiatan dihubungkan oleh lebih dari satu konstrain seperti pada Gambar 13-24b. Jadi, dalam menyusun jaringan PDM, khususnya menentukan urutan ketergantungan, mengingat adanya bermacam konstrain di atas, maka lebih banyak faktor harus diperhatikan dibanding CPM. Faktor ini dapat dikaji misalkan dengan menjawab berbagai pertanyaan seperti berikut:

 Kegiatan mana boleh mulai, sesudah kegiatan tertentu A selesai, berapa lama jarak waktu antara selesainya kegiatan A dengan mulainya kegiatan berikutnya.



Gambar 13-24a Satu kegiatan mempunyai hubungan konstrain dengan lebih dari satu kegiatan yang berbeda.



Gambar 13-24b Multikonstrain antarkegiatan.

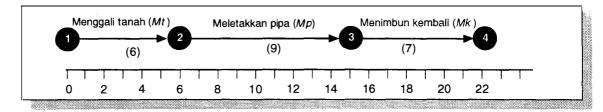
- Kegiatan mana harus diselesaikan, sebelum kegiatan tertentu B boleh mulai, dan berapa lama tenggang waktunya.
- Kegiatan mana harus mulai sesudah kegiatan tertentu C mulai dan berapa lama jarak waktunya.

Pertanyaan-pertanyaan di atas merupakan bagian dari serentetan faktor-faktor yang perlu dianalisis sebelum mulai menyusun jaringan PDM.

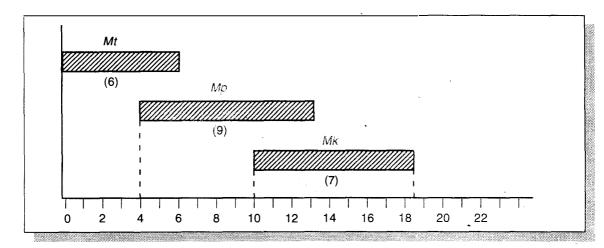
Menyusun Jaringan PDM

Setelah membahas terminologi, atribut, dan parameter yang berkaitan dengan PDM maka Gambar 13-25c adalah contoh PDM suatu proyek terdiri dari tiga kegiatan lengkap dengan atribut dan parameter yang bersangkutan, yang semula disajikan dalam bentuk AOA seperti Gambar 13-25a. Sedangkan potensi penghematan waktu, dijelaskan dengan metode bagan balok berskala waktu yaitu pada Gambar 13-25b.

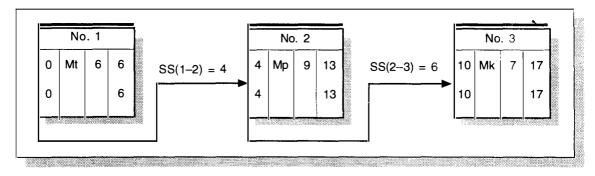
Bila kegiatan di atas dikerjakan tumpang tindih, hasilnya akan mempersingkat waktu. Misalnya, seperti Gambar 13-25b yang disajikan dengan bagan balok, terlihat bahwa penyelesaian proyek total berkurang menjadi 17 hari. Hal ini disebabkan adanya tumpang



Gambar 13-25a Kegiatan dikerjakan berurutan, penyelesaian proyek total = 22 hari.



Gambar 13-25b Kegiatan tumpang tindih, penyelesaian proyek total = 17 hari.



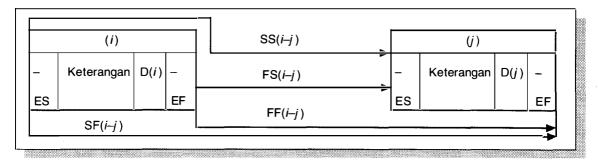
Gambar 13-25c Kegiatan seperti pada Gambar 13-25a/b disusun menjadi PDM/AON. Penyelesaian proyek total = 17 hari.

tindih antara kegiatan Mt dengan Mp dan Mp dengan Mk, yaitu setelah Mt berjalan selama 4 hari maka kegiatan Mp mulai. Demikian halnya dengan Mk terhadap Mp, yaitu setelah Mp berjalan 6 hari, mulailah kegiatan Mk. Jadi mulainya kegiatan yang satu tidak menunggu kegiatan yang lain selesai 100%.

Bila Gambar 13c-6b disajikan dengan PDM/AON akan terlihat seperti Gambar 13-25c. Penyelesaian proyek total = 17 hari.

C. Identifikasi Jalur Kritis

Dengan adanya parameter yang bertambah banyak, perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena semakin banyak faktor yang perlu diperhatikan. Untuk maksud tersebut, dikerjakan analisis serupa dengan metode AOA/CPM, dengan memperhatikan konstrain yang terkait, seperti terlihat pada Gambar 13-26.



Gambar 13-26 Menghitung ES dan EF.

Hitungan Maju

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut.

- Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
- Diambil angka ES terbesar bila lebih satu kegiatan bergabung.
- Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu (predecessor) dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau.
- Waktu awal dianggap nol.
- Waktu mulai paling awal dari kegiatan yang sedang ditinjau ES(j), adalah sama dengan angka terbesar dari jumlah angka kegiatan terdahulu ES(i) atau EF(i) ditambah konstrain yang bersangkutan. Karena terdapat empat konstrain, maka bila ditulis dengan rumus menjadi:

$$ES(j) = \begin{vmatrix} Pilih & angka \\ terbesar & dari \end{vmatrix} = ES(i) + SS(i-j) \\ atau \\ ES(i) + SF(i-j) - D(j) \\ atau \\ EF(i) + FS(i-j) \\ atau \\ EF(i) + FF(i-j) - D(j)$$

 Angka waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau EF(j), adalah sama dengan angka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut ES(j), ditambah kurun waktu kegiatan yang bersangkutan D(j). Atau ditulis dengan rumus, menjadi:

$$EF(j) = ES(j) + D(j)$$

Hitungan Mundur

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut:

- Menentukan LS, LF dan kurun waktu float.
- Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil.
- Notasi (i) bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan (j) adalah kegiatan berikutnya.
- 1. Hitung LF(*i*), waktu selesai paling akhir kegiatan (*i*) yang sedang ditinjau, yang merupakan angka terkecil dari jumlah kegiatan LS dan LF plus konstrain yang bersangkutan.

$$\text{LF}(i) = \begin{vmatrix} \text{Pilih angka} & \text{LF}(j) - \text{FF}(i-j) \\ \text{terkecil dari} & \text{atau} \end{vmatrix}$$

$$\text{LS}(j) - \text{FS}(i-j) \\ \text{atau}$$

$$\text{LF}(j) - \text{SF}(i-j) + \text{D}(i) \\ \text{atau}$$

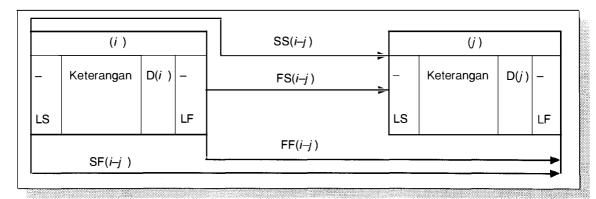
$$\text{LS}(j) - \text{SS}(i-j) + \text{D}(j)$$

2. Waktu mulai paling akhir kegiatan yang sedang ditinjau LS(*i*), adalah sama dengan waktu selesai paling akhir kegiatan tersebut LF(*i*), dikurangi kurun waktu yang bersangkutan. Atau

$$LS(i) = LF(i) - D(i)$$

Jalur dan Kegiatan Kritis

Jalur dan kegiatan kritis PDM mempunyai sifat sama seperti CPM/ AOA, yaitu:



Gambar 13-27 Menghitung LS dan LF.

- Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ES = LS
- Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama EF = LF
- Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal LF – ES = D
- Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

D. Contoh Menghitung dan Menyusun Jaringan PDM

Ilustrasi di bawah ini memberikan petunjuk bagaimana mempergunakan rumus-rumus di atas, guna menyusun jaringan PDM dari suatu informasi tertentu yang telah diketahui. Misalnya, sebagai berikut:

- Proyek terdiri dari enam kegiatan A,B,C,D,E, dan F dengan nomor urut 1,2,3,4,5, dan 6.
- Kurun waktu kegiatan tercantum pada Tabel 13-16.
- Telah diketahui pula konstrain antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan.

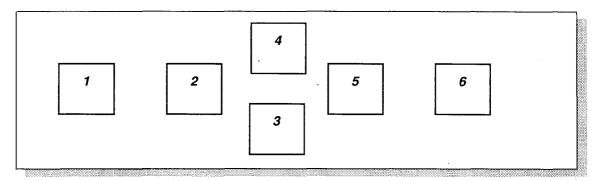
Diminta menyusun jaringan PDM, menentukan jalur kritis dan kurun waktu penyelesaian proyek.

Untuk menjawab soal di atas, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut:

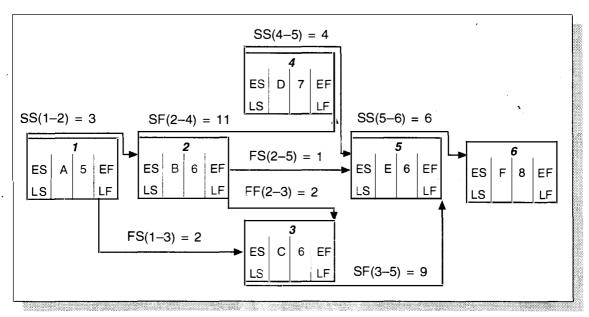
1. Membuat denah node sesuai dengan jumlah kegiatan. Jadi, dalam hal ini akan terdapat enam node, dengan kurun waktu yang bersangkutan.

Tabel 13-16 Data proyek terdiri dari enam kegiatan yang diminta untuk disusun dalam bentuk PDM.

No	Nama Kegiatan	Kurun waktu (D)	Konstrain
1	Α	5	-
2	В	6	SS(1-2) = 3
3	С	6	FS(1-3) = 2
			FF(2-3) = 2
4	D	7	SF(2-4) = 11
5	E	6	FS(2-5) = 1
			SF(3-5) = 9
			SS(4-5) = 4
6	F	8	SS(5-6) = 5



Gambar 13-28 Denah node proyek sesuai Tabel 13-16.



Gambar 13-29 Menentukan kendala sesuai Tabel 13-16.

- 2. Menghubungkan node-node tersebut dengan anak panah sesuai dengan ketergantungan dan konstrain.
- Menyelesaikan diagram PDM dengan melengkapi atribut dan simbol yang diperlukan.
- Menghitung ES, EF, LS, dan LF untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, jalur kritis, float, dan waktu penyelesaian proyek.

Perincian langkah-langkah di atas adalah sebagai berikut:

 Membuat denah node sesuai jumlah kegiatan seperti diperlihatkan pada Gambar 13-28. 2. Menentukan urutan kegiatan, konstrain, dan melengkapinya dengan atribut seperti diperlihatkan pada Gambar 13-29.

Langkah berikutnya menghitung ES, LS, EF, dan LF sebagai berikut:

Hitungan Maju

Kegiatan A

Dianggap mulai awal = 0 ES(1) = 0EF(1) = ES(1) + D(A) = 0 + 5 = 5

Kegiatan B

$$ES(2) = ES(1) + SS(1-2) = 0 + 3 = 3$$

 $EF(2) = ES(2) + D(B) = 3 + 6 = 9$

• Kegiatan C

ES(3) = pilih angka ter-
besar dari
$$EF(2) + FF(2-3) - D(C)$$

= 9 + 2 - 6 = 5
EF(1) + FS (1-3) = $EF(1) + FS = 7$

$$EF(3) = ES(3) + D(C) = 7 + 6 = 13$$

• Kegiatan D

$$ES(4) = ES(2) + SF(2-4) - D(D)$$

= 3 + 11 - 7 = 7
 $EF(4) = ES(4) + D(D) = 7 + 7 = 14$

• Kegiatan E

ES(5) =
$$\begin{array}{|c|c|c|c|c|c|} pilih & ES(4) + SS(4-5) \\ angka & = 7 + 4 = 11 \\ terbesar & EF(2) + FS(2-5) \\ dari & = 9 + 1 = 10 \\ ES(3) + SF(3-5) - D(E) \\ = 7 + 9 - 6 = 10 \end{array}$$

$$EF(5) = ES(5) + D(E) = 11 + 6 = 17$$

Kegiatan F

$$ES(6) = ES(5) + SS(5-6) = 11 + 5 = 16$$

 $EF(6) = ES(6) + D(F) = 16 + 8 = 24$

Hitungan Mundur

 Dimulai dari kegiatan terakhir F LF(6) adalah sama dengan EF(6) = 24 (titik akhir proyek)

• Kegiatan E

$$LF(5) = LS(6) - SS(5-6) + D(E)$$

= 16 - 5 + 6 = 17
 $LS(5) = LF(5) - D(E) = 17 - 6 = 11$

• Kegiatan D

$$LF(4) = LS(5) - SS(4-5) + D(D)$$

= 11 - 4 + 7 = 14
 $LS(4) = LF(4) - D(D) = 14 - 7 = 7$

• Kegiatan C

$$LF(3) = LF(5) - SF(3-5) + D(C)$$

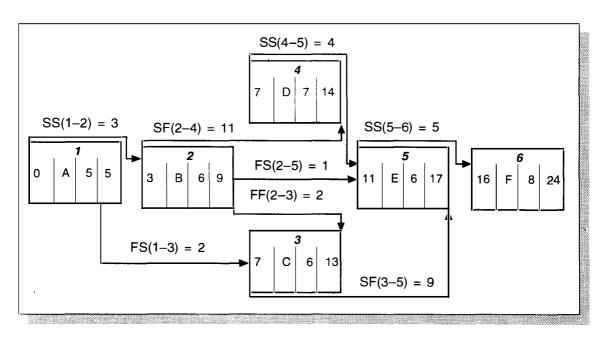
= 17 - 9 + 6 = 14
 $LS(3) = LF(3) - D(C) = 14 - 6 = 8$.

Kegiatan B

$$LF(2) = LF(3) - FF(2-3) = 14 - 2 = 12$$

 $LF(2) = LS(5) - FS(2-5) = 11 - 1 = 10$
 $LF(2) = LF(4) - SF(2-4) + D(B)$
 $= 14 - 11 + 6 = 9$

Dipakai angka terkecil yaitu LF(2) = 9LS(2) = LF(2) - D(B) = 9 - 6 = 3



Gambar 13-30 Jaringan PDM lengkap dengan atribut dan simbol.

Kegiatan A

Akhirnya, setelah angka-angka ES, EF, LS, dan LF dimasukkan ke dalam node yang bersangkutan, maka diperoleh diagram PDM yang lengkap seperti pada Gambar 13-30.

Jalur Kritis dan Float

Kegiatan C bukanlah kegiatan kritis karena LS tidak sama besar dengan ES, demikian juga LF tidak sama besar dengan EF. Float kegiatan C = LF(3) – EF(3) = LS – ES = 14 – 13 = 8 – 7 = 1. Jalur kritis mengikuti rangkaian kegiatan dengan konstrain sebagai berikut.

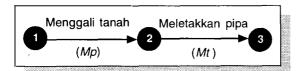
$$A \to SS(1-2) \to B \to SF(2-4) \to 0$$

 $0 \to +3 \qquad 0 \to +11$
 $D \to SS(4-5) \to E \to SS(5-6) \to F$
 $-7 \to +4 \qquad 0 \to +5 \qquad 8 = 24$

Terlihat bahwa angka 24 hari lebih kecil dari pada angka masing-masing kegiatan kritis bila dijumlahkan (5 + 6 + 7 + 6 + 8 = 32). Hal ini karena kegiatan-kegiatan tersebut tumpang tindih.

E. Interupsi Kegiatan

Oleh karena alasan tertentu, dalam PDM kadang-kadang dijumpai suatu kegiatan dihentikan dan pelaksanaan selanjutnya dari sisa kegiatan tersebut ditunda. Hal ini dikenal sebagai *splitting* atau interupsi. Contoh di bawah ini menjelaskan hal tersebut.

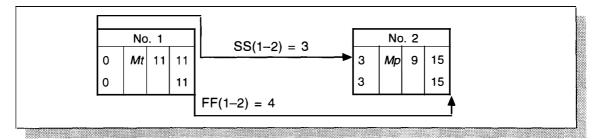


Gambar 13-31a Proyek terdiri dari dua kegiatan, yaitu menggali tanah dan meletakkan pipa.

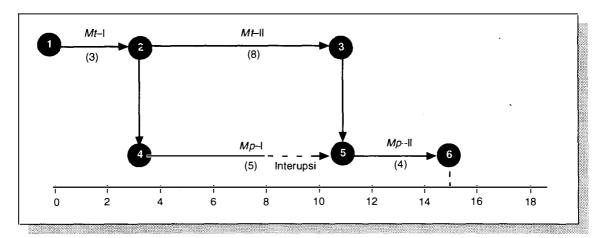
Kedua kegiatan menggali tanah dan meletakkan pipa dikerjakan secara tumpang tindih mengikuti konstrain antara keduanya. Penyajian dengan PDM pada Gambar 13-31b dan analisis selanjutnya dengan CPM/AOA pada Gambar 13-31c, akan mengungkapkan beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu adanya interupsi pada pekerjaan memasang pipa 4-5-6. Ini disebabkan karena konstrain SS(1-2) = 3, sehingga pekerjaan meletakkan pipa harus dimulai 3 hari (bila dipakai hari sebagai satuan waktu) sesudah pekerjaan menggali tanah mulai. Jadi, konstrain ini menentukan kedudukan peristiwa E(4). Adapun konstrain lain, yaitu FF(1–2) menentukan kedudukan E(6), di mana pekerjaan memasang pipa harus selesai 4 hari setelah pekerjaan menggali tanah selesai E(3). Sehingga peristiwa E(6) jatuh pada hari ke-15 (11 + 4), dan peristiwa E(5) yang waktunya sama dengan E(3), haruslah terjadi pada hari ke-11. Akibatnya, kegiatan memasang pipa 4-5-6 mengalami penundaan atau berhenti selama 3 hari (15 - 5 - 4 - 3 = 3). Pada contoh di atas jalur kritis adalah 1 - 2 - 3 - 5 - 6 dengan total waktu 15 hari. Umumnya dikatakan interupsi akan terjadi bila kombinasi berbagai konstrain terhadap kegiatan yang bersangkutan menghasilkan EF dan ES atau LF dan LS, yang perbedaannya melebihi kurun waktu kegiatan tersebut. Untuk contoh di atas, hal ini terlihat konstrain-konstrain FF(1-2) menentukan EF dan SS(1-2) menentukan ES pekerjaan meletakkan pipa, di mana angka EF – ES = 15 – 3 = 12 lebih besar dari kurun waktu pekerjaan yang bersangkutan (= 9). Dan ini mengakibatkan interupsi selama 12 - 9 = 3 hari.

Pengaruh Interupsi Terhadap Pekerjaan

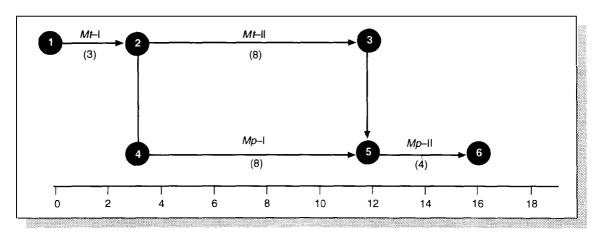
Dalam praktek di lapangan, adanya interupsi demikian sering menurunkan produktivitas tenaga kerja. Oleh karenanya, diusahakan dihindari dengan berbagai cara, misalnya untuk contoh di atas, dengan memperpanjang kurun waktu kegiatan meletakkan pipa dari 9 hari menjadi 12 hari, (Gambar 13-31d) dengan mengurangi jumlah tenaga dan sumber daya yang dipergunakan. Atau mengundurkan mulainya pekerjaan meletakkan pipa dari hari ke-3 menjadi hari ke-6. Cara pertama mungkin berpengaruh



Gambar 13-31b Proyek memasang pipa dengan kendala-kendala yang bersangkutan.



Gambar 13-31c Interupsi kegiatan.



Gambar 13-31d Proyek seperti Gambar 13-31b dianalisis dengan metode CPM/AOA.

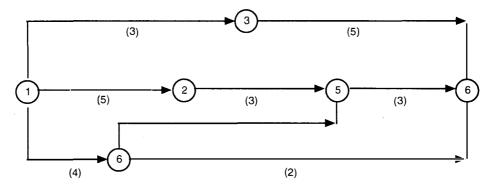
terhadap efisiensi pekerjaan, sedangkan cara kedua harus diteliti betul-betul apakah tidak berakibat terhadap penyelesaian proyek secara keseluruhan. Ini terjadi, misalnya pada hari ke-4 pelaksanaan proyek, telah direncanakan memulai pekerjaan inspeksi pipa-pipa yang telah diletakkan di parit galian. Jadi, kalau pekerjaan meletakkan pipa baru dimulai pada hari ke-6, maka pekerjaan inspeksi belum dapat dimulai, sehingga akan mengacaukan jadwal pekerjaan inspektor, demikian pula terhadap jadwal penyelesaian proyek.

RINGKASAN

- Pada jaringan kerja terdapat jalur kritis yang terdiri dari rangkaian komponen kegiatankegiatan kritis. Besar kurun waktu jalur kritis menunjukkan waktu penyelesaian proyek tercepat.
- Untuk mengetahui kurun waktu penyelesaian proyek tercepat dilakukan hitungan maju. Sedangkan untuk mengidentifikasi float digunakan hitungan mundur.
- Di samping float total dikenal pula float-float bebas, independen, dan interferen pada jaringan kerja.
- Kalender kerja disusun dari kalender biasa dengan tidak memasukkan hari minggu dan hari libur. Dengan demikian, penggunaannya dalam praktek dapat lebih mudah.
- Untuk memudahkan penangkapan dan pemahaman pada analisis jaringan kerja dipakai satu titik awal dan satu terminal. Pada kenyataan sesungguhnya yang sering terjadi adalah proyek memiliki multititik awal dan multiterminal.
- Metode PERT direkayasa untuk merencanakan dan mengendalikan kegiatan dengan kurun waktu yang memiliki ketidakpastian cukup tinggi, sehingga dipakai tiga angka estimasi a, m, dan b.
- Di dalam proses memperkirakan besar angka-angka *a, m,* dan *b* tersebut harus diperhatikan beberapa faktor, sehingga tidak mengurangi faedah yang akan diperoleh dari tujuan menggunakan metode ini.
- Teori Probabilitas dari ilmu statistik dengan kurva distribusinya dipergunakan untuk mengkuantifikasikan ketidakpastian, sehingga mendapatkan hubungan-hubungan tertentu antara *a*, *m*, dan *b*, demikian pula angka *te*, yaitu besar kurun waktu yang diharapkan.
- Dengan konsep *te* maka perhitungan-perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan kritis, *slack*, dan jalur kritis dapat dilakukan, yaitu identik dengan CPM.
- Untuk menunjukkan adanya rentang waktu bagi masing-masing kegiatan maupun peristiwa selesainya *milestone* atau proyek, diperkenalkan parameter deviasi standar dan varians.
- Sekali lagi dengan menggunakan teori probabilitas yang mengasumsikan bahwa distribusi (TE) mengikuti pola distribusi normal yang menghasilkan kurva berbentuk genta, maka dapat dihitung berapa persen (%) kemungkinan target jadwal bisa dicapai.
- Akhir pembahasan mengetengahkan perlunya mengamati jalur subkritis karena, oleh karena sesuatu sebab, jalur ini dapat menjadi kritis beserta akibat yang ditimbulkan.
- PDM adalah jaringan kerja dengan kegiatan terletak di dalam node (AON), sedangkan anak panah berfungsi menunjukkan hubungan antara node yang bersangkutan.
- Berbeda dengan CPM maupun PERT, maka PDM mengenal adanya konstrain antara kegiatan yaitu SS, SF, FS dan FF, yang memungkinkan menggambarkan kegiatan tumpang tindih lebih sederhana dan tidak memerlukan *dummy*.
- Untuk mengidentifikasi jalur kritis dan *float*, serta mencari kurun waktu penyeleselesaian proyek tercepat, digunakan hitungan maju-mundur dengan memasukkan faktor konstrain.
- Karena dalam PDM menampung kemungkinan kegiatan boleh mulai sebelum kegiatan yang mendahuluinya selesai 100 persen, maka dapat terjadi waktu penyelesaian proyek lebih pendek dibandingkan dengan metode CPM atau PERT, terkecuali bila kegiatan-kegiatan tersebut dipecah-pecah yang memerlukan banyak dummy.
- Dikenal adanya *interupsi* kegiatan, yaitu oleh karena dampak hubungan-hubungan konstrain yang bersangkutan, maka kegiatan dihentikan sementara dan pelaksanaan sisa kegiatan tersebut ditunda.

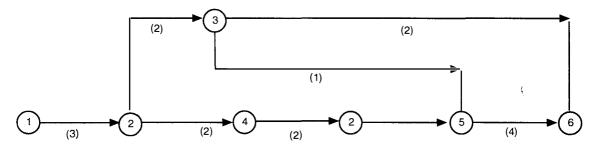
SOAL LATIHAN

- 1. Mungkinkah dalam suatu jaringan kerja terdapat lebih dari satu jalur kritis, multititik awal dan multiterminal? Kapan peristiwa tersebut terjadi? Jelaskan jawaban Anda!
- 2. Kapan terjadi float total, bebas, independen, dan interferen? Tunjukkan masing-masing hubungan antara float tersebut bila ada!
- 3. Bagaimana pengertian *management by exception* dalam hubungannya dengan identifikasi jalur kritis?
- 4. Proyek dengan 7 komponen-komponen kegiatan dengan kurun waktu yang bersangkutan terlihat seperti pada gambar berikut ini.



Ditanyakan:

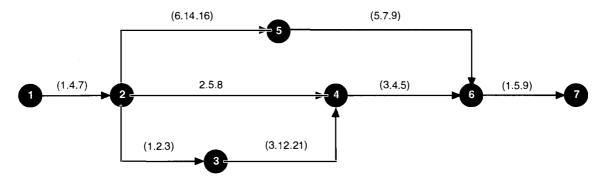
- a. Tentukan jalur kritis dan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.
- b. Kegiatan mana yang mempunyai float total dan float bebas (*free float*) dan berapa besarnya?
- 5. Jaringan kerja yang menggambarkan suatu proyek dengan komponen kegiatan dan masingmasing kurun waktu yang bersangkutan terlihat seperti pada gambar berikut ini.



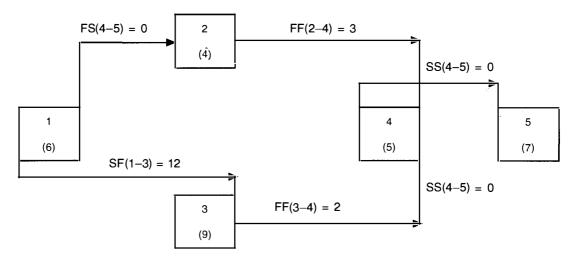
Ditanyakan:

- a. Berapa lama kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.
- b. Tentukan float-float total, independen, dan interferen.
- 6. Mengapa PERT menggunakan tiga angka untuk estimasi kurun waktu kegiatan? Bagaimana metode PERT mencoba memberikan bobot kuantitatif terhadap ketidakpastian.
- 7. Sebutkan perbedaan yang substansial antara PERT dengan CPM serta jelaskan mengapa demikian.
- **8.** Pada PERT diperlukan pengamatan dan analisis atas jalur subkritis secara seksama. Jelaskan prosedur/metode identifikasi jalur kritis dan subkritis.

- **9.** Diketahui jaringan kerja proyek dengan 8 komponen kegiatan seperti terlihat pada gambar bawah ini dengan angka-angka *a, m,* dan *b* berturut-turut yang tercantum di atas anak panah. Diminta untuk menghitung dan menentukan:
 - a) Angka te dan V (TE) untuk kegiatan atau peristiwa.
 - b) Titik waktu penyelesaian proyek (*TE*).
 - c) Berapa persen kemungkinan mencapai target T (t) pada TE minus 2 hari.
 - d) Berapa lama kurun waktu penyelesaian proyek dengan "keyakinan" tercapainya sebesar 90 persen.



- 10. Sebutkan keuntungan-keuntungan PDM dibanding CPM/PERT, dan pada keadaan bagaimana metode ini dianjurkan untuk digunakan.
- 11. Apa tujuan mengadakan konstrain dan ada berapa macam? Jelaskan masing-masing!
- 12. Mengapa timbul interupsi? Bagaimana dampaknya terhadap jadwal pelaksanaan proyek?
- 13. Proyek terdiri dari 5 komponen kegiatan dengan kurun waktu dan konstrain seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Diketahui pula bahwa waktu permulaan (*initial time*) = 0.



Diminta:

- a. Tentukan jalur kritis dan float.
- b. Tentukan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat.

14

Jadwal dan Sumber Daya

ebelumnya telah dibahas jalur kritis dalam suatu jaringan kerja yang menunjukkan waktu paling cepat penyelesaian proyek dan float yang mengidentifikasi kapan suatu kegiatan paling lambat boleh dimulai, tanpa mengganggu jadwal proyek secara keseluruhan. Dengan diketahuinya kurun waktu penyelenggaraan proyek, seringkali timbul pertanyaan apakah kurun waktu tersebut sudah optimal, atau dengan kalimat lain, dapatkah kurun waktu penyelesaian proyek dipersingkat dengan menambah biaya atau sumber daya lain dalam batas-batas yang masih dianggap ekonomis.

Sementara itu, sampai sejauh ini dalam menyusun jaringan kerja, digunakan asumsi bahwa sumber daya yang diperlukan selalu tersedia, dalam arti analisis dan perhitungan belum memasukkan faktor kemungkinan keterbatasan sumber daya. Akibatnya, jadwal yang dihasilkan atas dasar asumsi demikian tidak akan realistik bila kenyataannya sumber

daya yang tersedia terbatas. Oleh karena itu, sebelum menjadi jadwal yang siap pakai sebagai pegangan praktek pelaksanaan, hendaknya diperhatikan juga faktor ketersediaan sumber daya.

Hal lain yang perlu diperhitungkan dalam penggunaan tenaga kerja dan peralatan adalah usaha menghindari terjadinya fluktuasi yang tajam, dengan jalan mengadakan pemerataan pemakaian sumber daya. Dalam bab ini akan ditinjau sejauh mana faktor-faktor tersebut di atas mempengaruhi jadwal atau perencanaan proyek, beserta pendekatan yang lazim dipakai untuk mengatasinya. Secara spesifik meliputi hal-hal sebagai berikut:

- Mencari hubungan jadwal-biaya yang ekonomis.
- Menyusun jadwal dengan keterbatasan sumber daya.
- Meratakan pemakaian sumber daya.

14-1 Jadwal yang Ekonomis

Metode jaringan kerja CPM dapat digunakan untuk menganalisis masalah tersebut, yaitu dengan memperkirakan:

- Jadwal yang ekonomis bagi suatu proyek, yang didasarkan atas biaya langsung untuk mempersingkat waktu penyelesaian komponen-komponennya.
- Jadwal yang optimal dengan memperhatikan biaya langsung dan tidak langsung.

Langkah ini dilakukan dengan mengadakan analisis hubungan antara waktu terhadap biaya. Dimulai dari satu kegiatan, kemudian dikembangkan bagi semua kegiatan-kegiatan yang merupakan suatu proyek.

Mempersingkat Waktu Penyelesaian

Telah disebutkan bahwa CPM memakai satu angka estimasi bagi kurun waktu masingmasing kegiatan dengan penggunaan sumber daya pada tingkat normal. Proses mempercepat kurun waktu disebut *crash program*. Di dalam menganalisis proses tersebut digunakan asumsi sebagai berikut:

 Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam

- menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh ketersediaan sumber daya.
- b. Bila diinginkan waktu penyelesaian kegiatan lebih cepat dengan lingkup yang sama, maka keperluan sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material, peralatan atau

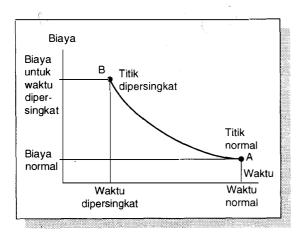
bentuk lain yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Jadi, tujuan utama dari program mempersingkat waktu adalah memperpendek jadwal penyelesaian kegiatan atau proyek dengan kenaikan biaya yang minimal.

14-2 Terminologi dan Rumus Perhitungan

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara waktu dan biaya suatu kegiatan, dipakai definisi sebagai berikut:

- Kurun Waktu Normal Adalah kurun waktu yang diperlukan untuk melakukan kegiatan sampai selesai, dengan cara yang efisien tetapi di luar pertimbangan adanya kerja lembur dan usaha-usaha khusus lainnya, seperti menyewa peralatan yang lebih canggih.
- Biaya Normal Adalah biaya langsung yang diperlukan untuk menyelesaikan kegiatan dengan kurun waktu normal.
- Kurun Waktu Dipersingkat (Crash Time) Adalah waktu tersingkat untuk menyelesaikan suatu kegiatan yang secara teknis masih mungkin. Di sini dianggap sumber daya bukan merupakan hambatan.



Gambar 14-1 Hubungan waktu-biaya pada keadaan normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan.

 Biaya untuk Waktu Dipersingkat (Crash Cost) Adalah jumlah biaya langsung untuk menyelesaikan pekerjaan dengan kurun waktu tersingkat.

Hubungan antara waktu dan biaya digambarkan seperti grafik pada Gambar 14-1. Titik A menunjukkan titik normal, sedangkan B adalah titik dipersingkat. Garis yang menghubungkan titik A dengan B disebut kurva waktu-biaya. Pada umumnya garis ini dapat dianggap sebagai garis lurus, bila tidak (misalnya, cekung) maka diadakan perhitungan per segmen yang terdiri dari beberapa garis lurus. Seandainya diketahui bentuk kurva waktu-biaya suatu kegiatan, artinya dengan mengetahui berapa slope atau sudut kemiringannya, maka bisa dihitung berapa besar biaya untuk mempersingkat waktu satu hari dengan rumus:

Sebagai contoh, misalkan kegiatan a dengan data-data pada Tabel 14-1.

Slope biaya =
$$\frac{22.000 - 17.000}{8 - 6}$$
 = 2.500

Maka diperoleh angka Rp5.000 untuk mempersingkat waktu 2 hari atau Rp2.500 sehari, jadi besar slope biaya = Rp2.500. Konsep ini amat berguna untuk menganalisis berapa besar biaya untuk mempersingkat kurun waktu pelaksanaan suatu kegiatan, bilamana diketahui informasi-informasi yang diperlukan.

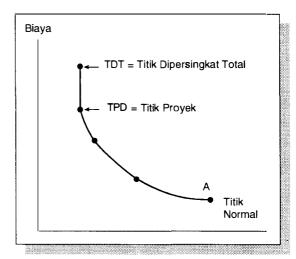
Jadwal dan Sumber Daya

Tabel 14-1 Contoh menghitung slope.

Kegiatan	Wak	tu (Hari)	Bia	nya (Rp)
i — j	Normal	Dipersingkat	Normal	Dipersingkat
а	8	6	17.000	22.000

TPD dan TDT Proyek

Sebelumnya telah dibahas bagaimana mekanisme mempersingkat waktu dan hubungannya terhadap biaya bagi suatu kegiatan. Hal serupa berlaku bagi proyek, karena proyek adalah kumpulan dari sejumlah kegiatan. Untuk maksud tersebut, dimulai dengan menentukan titik awal, yaitu titik yang menunjukkan waktu dan biaya normal proyek. Titik ini dihasilkan dari menjumlahkan biaya normal masing-masing kegiatan komponen proyek, sedangkan waktu penyelesaian proyek normal dihitung dengan metode CPM. Pada Gambar 14-1, titik A merupakan titik normal. Dari titik awal ini kemudian dilakukan langkah-langkah mempersingkat waktu dengan pertama-tama terhadap kegiatan kritis. Pada setiap langkah, tambahan biaya untuk memperpendek waktu terlihat pada slope biaya kegiatan yang dipercepat. Dengan menambahkan biaya tersebut, maka pada setiap langkah akan dihasilkan jumlah biaya proyek yang baru sesuai dengan kurun waktunya. Hal ini ditunjukkan dengan adanya titik-titik yang memperlihatkan hubungan baru antara waktu dan biaya, seperti terlihat pada Gambar 14-2. Bila langkah mempersingkat waktu diteruskan, akan menghasilkan titik-titik baru yang jika dihubungkan berbentuk garis-garis putus yang melengkung ke atas (cekung), yang akhirnya langkah tersebut sampai pada titik proyek dipersingkat (TPD) atau project crashpoint. Titik ini merupakan batas maksimum waktu proyek dapat dipersingkat. Pada TPD ini mungkin masih terdapat beberapa kegiatan komponen proyek yang belum dipersingkat waktunya, dan bila ingin dipersingkat juga (berarti mempersingkat waktu semua kegiatan proyek yang secara teknis dapat dipersingkat), maka akan menaikkan total biaya proyek tanpa adanya pengurangan waktu.



Gambar 14-2 Titik normal TPD dan TDT.

Titik tersebut dinamakan titik dipersingkat total (TDT) atau all crash-point.

Sebagai gambaran, berikut adalah contoh program mempersingkat waktu proyek yang terdiri dari lima kegiatan dengan biaya normal dan dipercepat seperti terlihat pada Gambar 14-3.

 Pertama-tama mencari jalur kritis, menghitung kurun waktu penyelesaian proyek, dan float.

Hitungan maju:

$$EF(1-2) = ES(1-2) + 5 = 5$$

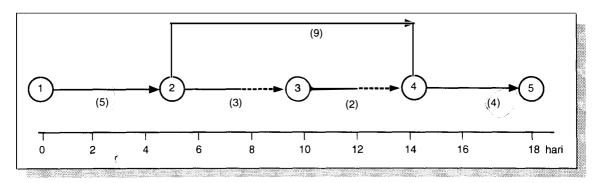
$$EF(2-4) = ES(2-4) + 9 = 14$$

$$EF(4-5) = ES(4-5) + 4 = 18$$

$$EF(2-3) = ES(2-3) + 3 = 5 + 3 = 8$$

$$EF(3-4) = ES(3-4) + 2 = 8 + 2 = 10$$

Diperoleh waktu penyelesaian proyek 18 hari.



Gambar 14-3 Proyek yang terdiri dari lima komponen kegiatan dengan kurun waktu normal.

Hitungan mundur:

Didapat float total 2-3-4:

$$LF(4-5) = EF(4-5) = 18$$

$$LS(4-5) = LF(4-5) - 4 = 18 - 4 = 14$$

$$LF(3-4) = LF(2-4) = LS(4-5) = 14$$

$$LS(3-4) = LF(3-4) - D = 14 - 2 = 12$$

$$LF(2-3) = LS(3-4) = 12$$

$$TF(3-4) = LF(3-4) - EF(3-4) = 14 - 10 = 4$$

$$TF(2-3) = LF(2-3) - EF(2-3) = 12 - 8 = 4$$

Dari hitungan di atas diperoleh:

- Jalur kritis adalah 1–2–4–5.
- Kurun waktu penyelesaian proyek 18 hari.
- c. Float total terletak di jalur 2–3–4 sebesar 4 hari.
- 2. Membuat tabulasi waktu serta biaya normal dan dipersingkat.
- 3. Menghitung slope biaya masing-masing kegiatan, hasilnya dimasukkan pada

kolom paling kanan Tabel 14-2.

Slope biaya =
$$\frac{\text{Biaya dipersingkat} - \text{Biaya normal}}{\text{Waktu normal} - \text{Waktu dipersingkat}}$$

Slope biaya kegiatan 1 - 2 = $\frac{380 - 300}{5 - 4}$ = 80 per unit

Dengan cara yang sama, diperoleh berturut-turut angka untuk slope biaya kegiatan-kegiatan selanjutnya, yaitu 100, 75, 110, dan 60.

4. Mempersingkat waktu proyek.

Menganalisis TPD dan TDT

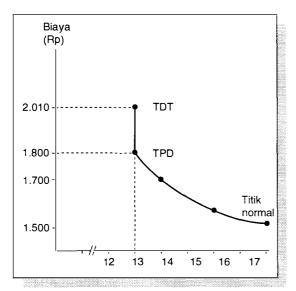
Dari Tabel 14-3 terlihat bahwa titik TPD (crash point) tercapai setelah selesai mempersingkat kegiatan 1-2, yaitu diperoleh angkangka waktu penyelesaian proyek 13 hari dengan biaya langsung Rp1.800. Melewati titik TPD, usaha mempersingkat waktu kegiatan-kegiatan berikutnya tidak menghasilkan

Tabel 14-2 Tabulasi contoh soal.

	Norm	nal	Dipersi	Dipersingkat		
Kegiatan i j	Waktu (hari)	Biaya (Rp)	Waktu (hari)	Biaya (Rp)	Slope Biaya (Rp)	
1 – 2	5	300	4	380	80	
2 - 3	3	240	2	340	100	
2 - 4	9	630	7	780	75	
3 – 4	2	80	1	190	110	
4 - 5	4	300	2 -	420	60	

Tabel 14-3 Mempersingkat kegiatan.

Kegiatan yang Dipersingkat	Waktu Proyek (hari)	Biaya Proyek (Rp)
Posisi Normal	18 99	1.550
4-5 dipersingkat 2 hari	16	1.670
2-4 dipersingkat 2 hari	14	1.720
1-2 dipersingkat 1 hari	13	1.800
2-3 dipersingkat 1 hari	13	1.900
3-4 dipersingkat 1 hari	13	2.010



Gambar 14-4 Titik-titik normal TPD dan TDT.

pengurangan waktu penyelesaian proyek yang besarnya 13 hari. Bila kegiatan-kegiatan 2–3 dan 3–4 juga dipersingkat, maka ini berarti semua komponen kegiatan proyek yang dapat dipersingkat telah dipersingkat dan dicapailah titik TDT (all crash point) dengan total biaya Rp2.010 tanpa mengurangi waktu penyelesaian proyek (tetap 13 hari). Jadi, dari segi usaha mempersingkat jadwal, maka pengeluaran sebesar Rp2.010 – Rp1.800 = Rp210 adalah sia-sia. Grafik pada Gambar 14-4 menunjukkan hasil analisis di atas.

Untuk memberi gambaran bagaimana dampak mempersingkat waktu terhadap proyek keseluruhan, maka Gambar 14-5 *a, b, c, d, e, f* memperlihatkan proses tersebut selangkah demi selangkah.

Jalur Kritis Baru

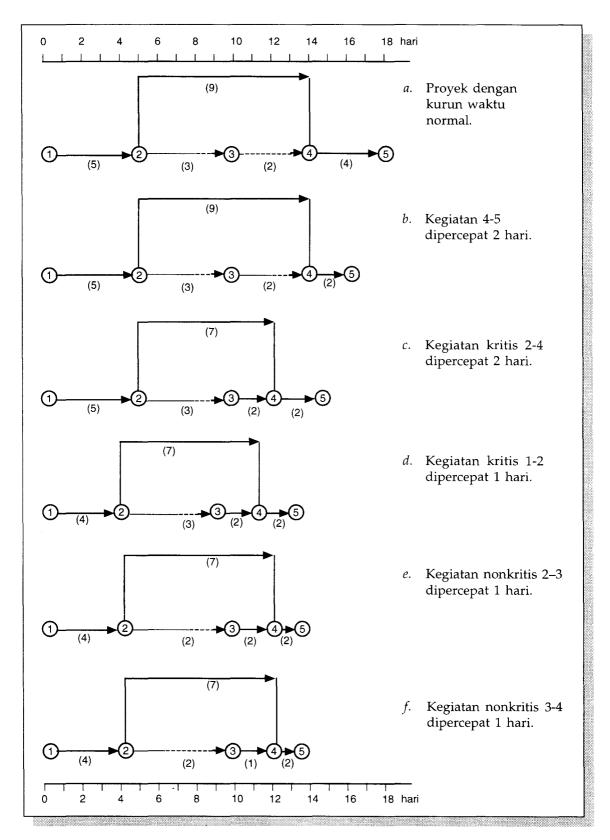
Seringkali dalam proses mempercepat waktu penyelesaian proyek timbul jalur kritis baru. Pada contoh Gambar 14-5, hal tersebut terjadi seandainya kegiatan kritis 2–4 dapat dipersingkat dengan angka melebihi besar float total di jalur nonkritis 2–3-4.

14-3 Biaya-biaya Langsung dan Tidak Langsung

Analisis dan contoh yang disajikan pada pembahasan sebelumnya hanya mengenai biaya langsung kegiatan proyek. Kenyataan sesungguhnya, biaya proyek terdiri dari biaya langsung (direct cost) dan biaya tidak langsung (indirect cost). Perincian mengenai hal tersebut terdapat di Bab 21. Yang termasuk biaya tidak langsung antara lain sebagai adalah:

• Gaji dan pengeluaran lain bagi tenaga

- administrasi, tim penyelia, dan manajemen proyek.
- Biaya pengadaan fasilitas sementara untuk pekerja, seperti perumahan atau asrama sementara, tempat rekreasi, dan lain-lain, yang biasanya diperlukan untuk proyekproyek besar yang letaknya terpencil.
- Menyewa atau membeli alat-alat berat untuk konstruksi.



Gambar 14-5 Mempercepat komponen kegiatan proyek.

- Ongkos menyewa kantor, termasuk keperluan utiliti seperti listrik dan air.
- Bunga dari dana yang diperlukan proyek.

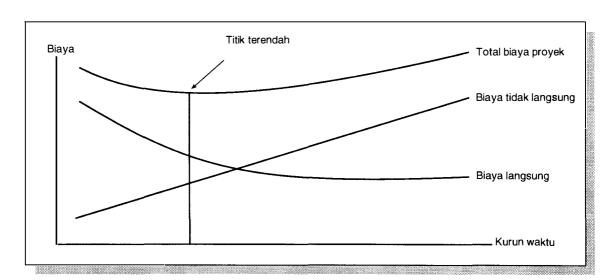
Jadi, total biaya proyek adalah sama dengan jumlah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tetapi pada umumnya, semakin lama proyek berjalan maka semakin tinggi kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan. Grafik yang terdapat pada Gambar 14-6 menunjukkan hubungan ketiga macam biaya tersebut. Terlihat bahwa biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil.

Ringkasan Prosedur Mempersingkat Waktu

Dari uraian di atas maka garis besar prosedur mempersingkat waktu adalah sebagai berikut:

- Menghitung waktu penyelesaian proyek dan identifikasi float dengan CPM, memakai kurun waktu normal.
- Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
- Menentukan biaya dipercepat masingmasing kegiatan.

- Menghitung slope biaya masing-masing komponen kegiatan.
- Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai slope biaya terendah.
- Setiap kali selesai mempercepat kegiatan, teliti kemungkinan adanya float yang mungkin dapat dipakai untuk mengulur waktu kegiatan yang bersangkutan untuk memperkecil biaya.
- Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi slope biaya terendah.
- Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik TPD.
- Buat tabulasi biaya versus waktu, gambarkan dalam grafik dan hubungkan titik normal (biaya dan waktu normal), titiktitik yang terbentuk setiap kali mempersingkat kegiatan, sampai dengan titiktitik TPD.
- Hitung biaya tidak langsung proyek dan gambarkan pada kertas grafik di atas.
- Jumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk mencari biaya total sebelum kurun waktu yang diinginkan.
- Periksa pada grafik biaya total untuk mencapai waktu optimal, yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah.



Gambar 14-6 Hubungan biaya-biaya total, langsung, tidak langsung, dan optimal.

14-4 Keterbatasan Sumber Daya

Untuk menunjukkan sejauh mana pengaruh keterbatasan jumlah sumber daya terhadap jadwal, maka pada Gambar 14-7 diberikan sebuah contoh jaringan kerja dari suatu proyek yang memiliki jumlah sumber daya terbatas.

Dengan memakai perhitungan majumundur dihasilkan:

Jalur kritis: a - b - f - h

Waktu penyelesaian proyek: 20 hari

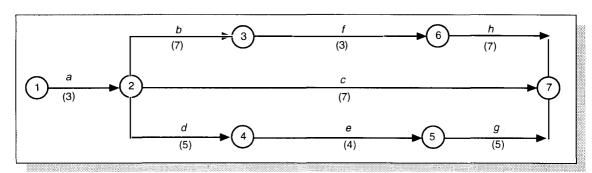
Float total c: 10 hari

Float total d - e - g: 3 hari

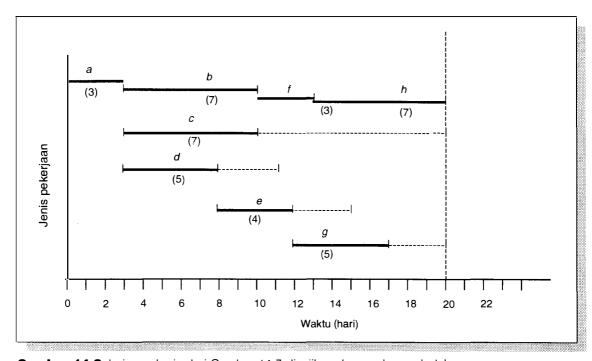
Jika digambarkan dengan bagan balok berskala waktu, akan tampak seperti Gambar 14-8.

Keterbatasan sumber daya tersebut ditunjukkan pada Gambar 14-8 dan Gambar 14-9 oleh keadaan sebagai berikut:

 Pekerjaan c memerlukan sumber daya yang sama (misalnya, tukang kayu) dengan pekerjaan b, sedangkan sumber daya ini terbatas, sehingga c harus digeser sebagian float totalnya terpakai dari 10 tinggal 3 hari.

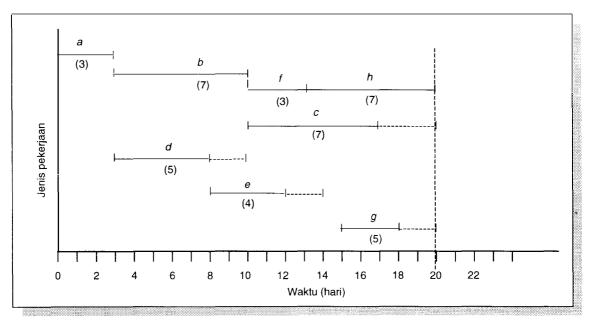


Gambar 14-7 Contoh proyek dengan keterbatasan sumber daya.



Gambar 14-8 Jaringan kerja dari Gambar 14-7 disajikan dengan bagan balok.

Jadwal dan Sumber Daya



Gambar 14-9 Pengaruh keterbatasan sumber daya terhadap float.

• Pekerjaan g memerlukan sumber daya yang sama dengan f, padahal ini terbatas, sehingga g harus digeser, sebagian float totalnya terpakai dari 3 menjadi 2 hari. Dengan demikian, kegiatan-kegiatan yang berada di jalur d - e - g float totalnya juga tinggal 2 hari.

Dari contoh di atas dapat ditarik kesimpulan secara umum sebagai berikut:

- a. Keterbatasan sumber daya akan mengurangi jumlah float.
- b. Kemungkinan akan terbentuk kegiatan kritis baru, di samping yang telah ada

- sebelumnya (sewaktu memakai dasar sumber daya tak terbatas).
- c. Di samping tergantung pada hubunganhubungan antarkegiatan, float juga tergantung kepada keterbatasan sumber daya.

Dari ilustrasi singkat di atas, dapat dipikirkan bahwa keterbatasan yang terlalu besar dapat menimbulkan kesulitan pemakaian kaidah-kaidah yang mendasari penggunaan jaringan kerja. Misalnya, jalur kritis bukan terletak di jalur yang terpanjang seperti pengertian yang dipegang selama ini, tetapi mungkin di jalur yang memiliki keterbatasan sumber daya yang terparah.

14-5 Meratakan Penggunaan Sumber Daya

Aspek lain yang perlu diperhatikan dalam hubungan antara jadwal dan sumber daya adalah usaha pemakaian secara efisien. Di sini yang akan ditinjau adalah sumber daya yang berbentuk tenaga kerja. Tenaga kerja merupakan salah satu sumber daya yang penting, seringkali penyediaannya terbatas, baik karena faktor kualitas ataupun hal-hal lain. Merekrut, menyeleksi, dan melatih tenaga kerja memer-

lukan biaya mahal dan membutuhkan waktu lama sebelum mereka siap pakai. Setelah mereka bergabung dengan proyek, tidak mudah untuk melepas dan memanggil kembali untuk bekerja sesuai dengan fluktuasi pekerjaan yang tersedia. Sedangkan menahan mereka untuk *stand-by* akan menelan biaya yang dipandang tidak efisien. Oleh karena itu, diusahakan jangan sampai terjadi fluktuasi

keperluan secara tajam. Metode CPM dapat membantu mengatasi masalah tersebut, yang dikenal sebagai pemerataan sumber daya atau resource leveling.

A. Penyajian Grafis

Pemerataan sumber daya dengan CPM dapat dikerjakan dengan cara grafis. Pertamatama membuat koordinat y dan x, pada y dicantumkan sumber daya, misalnya tenaga kerja, sedangkan sumbu y menunjukkan kurun waktu. Dicari jalur kritis dan float jaringan kerja dari proyek yang diteliti, kemudian komponen-komponen kegiatan proyek digambarkan pada koordinat yang telah disiapkan. Komponen kegiatan nonkritis diatur dengan menggeser-geser (sebatas float yang tersedia) dan mengusahakan untuk tidak terjadi fluktuasi yang tajam.

B. Ilustrasi

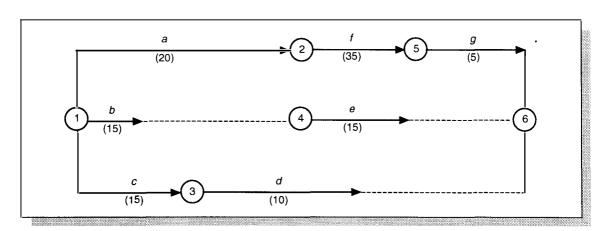
Suatu proyek terdiri dari tujuh pekerjaan yang tersusun menjadi jaringan kerja seperti pada Gambar 14-10. Setiap komponen pekerjaan memerlukan sumber daya yang berbentuk tenaga kerja sebagai berikut:

- Kegiatan a sebanyak 20 orang selama 6 hari.
- Kegiatan b sebanyak 15 orang selama 3 hari.
- Kegiatan c sebanyak 15 orang selama 3 hari.
- Kegiatan *d* sebanyak 10 orang selama 3 hari.

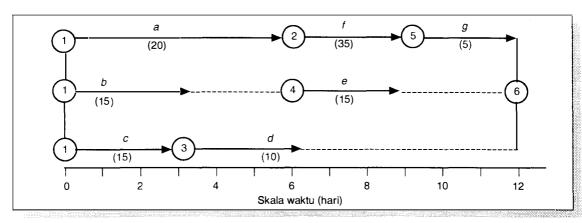
- Kegiatan e sebanyak 15 orang selama 3 hari.
- Kegiatan f sebanyak 35 orang selama 3 hari.
- Kegiatan g sebanyak 5 orang selama 3 hari.

Jaringan kerja itu digambarkan dengan skala waktu dan memakai ES (Early Start) untuk tiap kegiatan, sehingga akan diperoleh seperti Gambar 14-11. Selanjutnya, disusun koordinat x, y, dengan x menunjukkan waktu dan y menunjukkan jumlah tenaga kerja. Bila komponen pekerjaan dipaparkan pada koordinat tersebut akan terlihat seperti Gambar 14-12. Agar diingat hendaknya pekerjaan kritis (a, f, g) dipaparkan terlebih dahulu. Hasil pemaparan pertama menunjukkan terjadinya keadaan naik turun yang tajam (setelah hari ke-3 terjadi penurunan sejumlah 20 dari total 50 tenaga kerja atau 40 persen yang berlangsung 3 hari kemudian, naik lagi sebesar 40 persen). Hal ini diperbaiki dengan menggeser kegiatan-kegiatan b, d, dan e yang dimungkinkan karena memiliki float-float sebesar di daftar tersebut. Dengan demikian, keperluan tenaga kerja lebih merata dan tidak terjadi fluktuasi secara tajam.

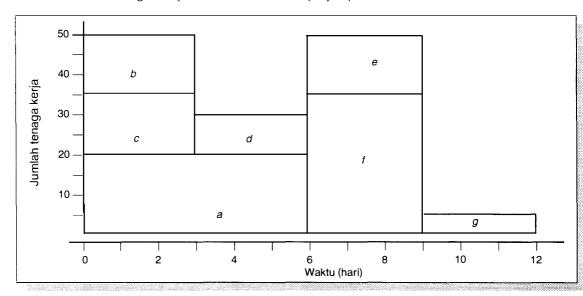
Ilustrasi tersebut adalah contoh sederhana, di mana pada kenyataan sesungguhnya cukup sulit untuk melakukan pemerataan kegiatan proyek dengan ribuan kegiatan dan tenaga kerja yang heterogen. Namun, dengan penggunaan perangkat lunak atau komputer, kesulitan tersebut banyak teratasi.



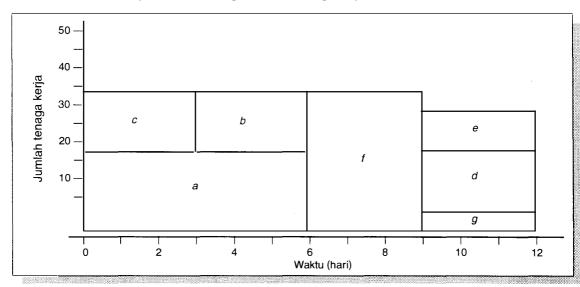
Gambar 14-10 Proyek terdiri dari 7 pekerjaan.



Gambar 14-11 Jaringan kerja berskala waktu untuk proyek pada Gambar 14-10.



Gambar 14-12 Pekerjaan disusun dengan muatan tenaga kerja.



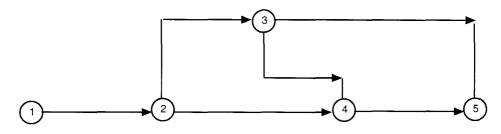
Gambar 14-13 Susunan pekerjaan setelah diadakan pemerataan (resaurce leveling).

RINGKASAN

- Analisis jaringan kerja guna menyusun jadwal sejauh ini memakai asumsi bahwa sumber daya selalu tersedia dengan jumlah yang cukup, sehingga tidak menjadi faktor yang harus diperhitungkan. Namun, kenyataan sesungguhnya bukanlah demikian, sehingga harus dikaji dampaknya bila ingin memperoleh jadwal yang realistis.
- Tiga hal yang hendaknya diperhatikan mengenai hubungan antara jadwal dan sumber daya, yaitu menyusun jadwal yang paling ekonomis, keterbatasan sumber daya, dan pemerataan penggunaan sumber daya.
- Menyusun jadwal yang ekonomis didekati dengan metode cost and schedule trade off, yang menganalisis sejauh mana jadwal dapat diperpendek dengan menambahkan biaya (langsung) terhadap kegiatan yang masih bisa dipercepat kurun waktu pelaksanaannya dari segi teknis.
- Usaha mempercepat kurun waktu proyek dimulai dari kegiatan yang terletak di jalur kritis dan slope terendah. Setiap kali mempercepat penyelesaian komponen kegiatan harus dianalisis dampaknya terhadap biaya, yang dengan demikian dapat ditemukan TDP. Melewati titik ini tidak akan diperoleh pengurangan waktu lagi meskipun biaya ditambah.
- Salah satu cara menentukan total biaya proyek yang optimal adalah dengan menjumlahkan kurva biaya langsung dan biaya tidak langsung.
- Keterbatasan sumber daya dapat mempengaruhi jadwal proyek seperti berkurangnya besar float total, dan terbentuknya jalur kritis baru. Bahkan bila keterbatasannya terlalu besar akan sulit menerapkan kaidah-kaidah jaringan kerja, seperti yang menyangkut penentuan jalur kritis.
- Pemerataan pemakaian sumber daya dimaksudkan mengurangi fluktuasi jumlah tenaga kerja atau peralatan yang terlalu tajam. Hal ini diusahakan dengan menggunakan semaksimal mungkin float yang ada.

SOAL LATIHAN

- 1. Sebutkan urutan langkah-langkah yang perlu ditempuh untuk memperoleh jadwal yang ekonomis.
- 2. Bagaimana tanda-tandanya bahwa proses mempersingkat waktu sudah sampai pada titik TPD? Perlukah kegiatan non kritis dipersingkat?
- 3. Proses cost and schedule trade-off dilakukan hanya terhadap biaya langsung. Bagaimana dengan biaya tidak langsung? Mengapa demikian?
- 4. Bagaimana kemungkinan dampak keterbatasan sumber daya terhadap jadwal proyek?
- 5. Jaringan kerja proyek terdiri dari enam komponen kegiatan seperti terlihat pada gambar di bawah ini. Tabulasi berikut menunjukkan besar biaya normal dan dipersingkat.



Kegiatan	Kurun V	Vaktu (hari)	Biaya (ribuan Rp)		
	Normal	Dipercepat	Normal	Dipercepat	
1 – 2	15	13	300	360	
2 – 3	20	16	600	750	
2 – 4	25	25	250	250	
3 – 4	10	8	250	320	
3 – 5	12	6	400	700	
4 – 5	10	4	300	650	

Ditanyakan:

- a. Kurun waktu dan biaya normal penyelesaian proyek.
- b. Hitung TPD proyek di atas.
- c. Kapan terjadinya jalur kritis baru.
- d. Berapa total biaya proyek optimal, bilamana biaya tidak langsung sebesar Rp50.000,-sehari.

Apendiks I

DISTRIBUSI NORMAL KUMULATIF Z

Z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
	5000	4000	4000	4000	4040	4001	4701	4701	4001	4041
0	5000 .4002	.4960 .4562	.4920 .4522	.4880 .4483	.4840 .4443	.4801 .4404	.4761 .4364	.4721 .4325	.4681 .4286	.4641 .4247
1			.4129		.4443	.4013	.3974			.3859
2	.4207	.4168	.3745	.4090		.3632	.3594	.3936	.3897 .3520	
3	.3821	.3783		.3707	.3669			.3557		.3483
4	.3446	.3409	.3372	.3336	.3300	.3264	.3228	.3192	.3156	.3121
5	.3085	.3050	.3015	.2981	.2946	.2912	.2877	.2843	.2810	.2776
6	.2743	.2709	.2676	.2643	.2611	.2578	.2546	.2514	.2483	.2451
7	.2420	.2389	.2358	.2327	.2297	.2266	.2236	.2206	.2177	.2148
8	.2119	.2090	.2061	.2033	.2005	.1977	.1949	.1922	.1894	.1867
9	.1841	.1814	.1788	.1762	.1736	.1711	.1685	.1660	.1635	.1611
-1.0	.1587	.1562	.1539	.1515	.1492	.1469	.1446	.1423	.1401	.1379
-1.1	1357	.1335	.1314	.1292	.1271	.1251	.1230	.1210	.1190	.1170
-1.2	.1151	.1131	.1112	.1093	.1075	.1056	.1038	.1020	.1003	.09853
-1.3	09680	.09510	.09342	09176	.09012	.08851	.08691	.08534	.08379	.08226
-1.4	.08076	.07927	07780	.07636	.07493	.07353	.07215	.07078	.06944	.06811
-1.5	.06681	.06552	.06426	.06301	.06178	.06057	.05938	.05821	.05705	.05592
-1.6	.05480	.05370	.05262	.05155	.05050	.04947	.04846	.04746	.04648	.04551
-1.7	.04457	.04363	.04272	.04182	.04093	.04006	.03920	.03836	.03754	.03673
-1.8	.03593	.03515	.03438	.03362	.03288	.03216	.03144	.03074	.03005	.02938
-1.9	.02872	.02807	.02743	.02680	02619	.02559	.02500	.024420	.2385	.02330
-2.0	.02275	.02222	.02169	.02113	.02068	.02068	.01970	.01923	.01876	.01831
-2.1	.01786	.01743	.01700	.01659	.01618	01578	.01539	.01500	.01463	.01426
-2.2	.01390	.01355	.01321	.01287	.01255	.01222	.01191	.01160	.01130	.01101
-2.3	.01072	.01044	.01017	.0 ² 9903	.0 ² 9642	.0 ² 9387	.0²9137	.028894	.028656	.028424
-2.4	.0 ² 8198	.0²7976	.0 ² 7760	.0 ² 7549	.0²7344	.0 ² 7143	.0 ² 6947	.0 ² 6756	.0 ² 6569	.0°6387
-2.5	.026210	.026037	.025868	.025703	.025543	.025386	.025234	.025085	.0 ² 4940	.024799
-2.6	.0 ² 4661	.0 ² 4527	.0²4396	.0 ² 4269	.0 ² 4145	.0 ² 4025	.023907	0°23793	.023681	.023573
-2.7	.023467	.023364	.023264	.023167	0°3072	.022980	.0°2890	.022803	.022718	.0°2635
-2.8	.0°2555	.022477	.0°2401	.022327	.0°2256	.0°2186	.022118	.0°2052	.0²1988	.0 ² 1926
-2.9	.0 ² 1866	.0 ² 1807	.0 ² 1750	.0 ² 1695	.0°1641	.0 ² 1589	.0 ² 1538	.0 ² 1489	.021441	.0 ² 1395
-3.0	.0 ² 1350	.0 ² 1306	.0 ² 1264	.021223	.0 ² 1183	.0 ² 1144	.021107	.0 ² 1070	.0 ² 1035	.0 ² 1001
-3.1	.0 ³ 9676	.0 ³ 9354	.039043	.0 ³ 8740	.0 ³ 8447	.038164	.0 ³ 7888	.037622	.0 ³ 7364	.0 ³ 7114
-3.2	.0 ³ 6871	.036637	.0 ³ 6410	.036190	.0 ³ 5976	.035770	.0³5571	.0 ³ 5377	.0 ³ 5190	.0 ³ 5009
-3.3	.034834	.0 ³ 4665	.0 ³ 4501	.034342	.0 ³ 4189	.0 ³ 4041	.033897	.0 ³ 3758	.033624	.0 ³ 3495
-3 4	.0³3369	.0 ³ 3248	.0³3131	.0 ³ 3018	.0 ³ 2909	.0 ³ 2803	.0 ³ 2701	.0 ³ 2602	.0 ³ 2507	.0 ³ 2415
-3.5	.0 ³ 2326	.0 ³ 2241	.0³2158	.0 ³ 2078	.0 ³ 2001	.0³1926	.0 ³ 1854	.0 ³ 1785	.0 ³ 1718	.0 ³ 1653
-3.6	.0 ³ 1591	.0 ³ 1531	.0 ³ 1473	.0 ³ 1417	.0 ³ 1363	.0 ³ 1311	.0 ³ 1261	.0 ³ 1213	.0³1166	.0 ³ 1121
-3.7	.0 ³ 1078	.0 ³ 1036	.049961	.0⁴9574	.049201	.048842	.048496	.048162	.047841	.0⁴7532
-3.8	.0⁴7235	.046948	.046673	.046407	.046152	.0⁴5906	.0⁴5669	.045442	.045223	.045012
-3.9	.044810	.044615	.044427	.044247	.044074	.043908	.043747	.042594	.043446	.043304
-4.0	.043167	.043036	.042910	.042789	.042673	.042561	.042454	.042351	.042252	.042157
-4.1	.042066	.041987	.0⁴1894	.041814	.041737	.041662	.041591	.041523	.041458	.0⁴1395
-4.2	.041335	.041277	.0⁴1222	.0⁴1168	.041118	.041069	.041022	.059774	.059345	.0⁵8934
-4.3	.0⁵8540	.0⁵8163	.057801	.0⁵7455	.057124	.056807	.0⁵6503	.056212	.055934	.0⁵5668
-4.4	.055413	.0⁵5169	.0⁵4935	.054712	.054498	.054294	.054098	.053911	.0⁵3732	.0 ⁵ 3561
-4.5	053398	.0 ⁵ 3241	.053092	.052949	.052813	.0⁵2682	.0⁵2558	.052439	.0⁵2325	.052216
-4.6	.052112	.0⁵2013	.0⁵1919	.051828	0 ⁵ 1742	.051660	.051581	.051506	.051434	.051368
-4.7	.051301	.051239	.051179	.0⁵1123	.0⁵1069	.0 ⁵ 1017	.0 ⁶ 9680	.0 ⁶ 9211	.068765	.068339
-4.8	067933	.0 ⁶ 7545	.0 ⁶ 7178	.066827	.066492	.0 ⁶ 6173	.0°5869	.0 ⁶ 5580	.0°5304	.0 ⁶ 5042
-4 9	.0°4792	.0 ⁶ 4554	.0 ⁶ 4327	.0 ⁶ 4111	.0°3906	.0 ⁶ 3711	.0 ⁶ 3525	.0 ⁶ 3348	.0 ⁶ 3179	.0 ⁶ 3019

307

Lanjutan Apendiks I

z	.00	.01	.02	.03	.04	.05	.06	.07	.08	.09
0	.5000	.5040	.5080	.5120	.5160	.5199	.5239	.5279	.5319	.5359
.1	.5398	.5438	.5478	.5517	.5557	.5596	.5636	.5675	.5714	.5753
			.5871	.5910	.5948	.5987	.6026	.6064	.6103	.6141
.2	.5793	.5832								
.3	.6179	.6217	.6255	.6293	.6331	.6368	.6406	.6443	.6480	.6517
.4	.6554	.6591	.6628	.6664	.6700	.6736	.6772	.6808	.6844	.6879
.5	.6915	.6950	.6985	.7019	.7054	.7088	.7123	.7157	.7190	.7114
.6	.7257	.7291	.7324	.7357	.7389	.7422	.7454	.7486	.7517	.7549
.7	.7580	.7611	.7642	.7673	.7703	.7734	.7764	.7794	.7823	.7852
.8	7881	.7910	.7939	.7967	.7995	.8023	.8051	.8078	.8106	.8133
.9	.8159	.8186	.8212	.8238	.8364	.8289	.8315	.8340	.8365	.8389
.5	.0103	.0100	.0212	.0200	.0004	.0203	.0010	.0040	.0000	.0000
1.0	.8413	.8438	.8461	.8485	.8508	.8531	.8554	.8577	.8599	.8621
1.1	.8643	.8665	.8686	.8708	.8729	.8749	8770	.8790	.6810	.8830
1.2	.8849	.8869	.8888.	.8907	.8925	.8944	.8962	.8980	.8997	.90147
1.3	.90320	.80490	.90658	.90824	.90988	.91149	.91309	.91466	.91621	.91774
1.4	.91924	.92073	.92220	.92364	.92507	.92647	.92785	.92922	.93056	.93189
1.4	.91924	.92013	.92220	.92304	.92507	.32041	.32103	.32322	.90000	.33 103
1.5	.93319	.93448	.93574	.93699	.93822	.93943	.94062	.94179	.94295	.94408
1.6	.94520	.94630	.94738	.94845	.94950	.95053	.95154	.95254	.95352	.95449
1.7	.95543	.95637	95728	.958718	.95907	95994	.96080	.96164	.96246	.96327
1.8	.96407	.96485	.96562	.96638	.96712	.96784	.96856	.96926	.96995	.97062
			.97257	.97320	.97381	.97441	.97500	.97558	.97615	.97670
1.9	.97128	.97193	.91231	.91320	.97301	.5/441	.97 300	.97 330	.97013	.91010
2.0	.97725	.97778	.97831	.97882	.97932	.97982	.98030	.98077	.98124	.98169
2.1	.98214	.98257	.98300	.98341	.98382	.98422	.98461	.98500	.98537	.98574
2.2	.98610	.98645	.98679	.98713	.98745	.98778	.98809	.98840	.98870	.98899
2.3	.98928	.98956	.98983	.9 ² 0097	.9 ² 0358	.9²0613	.9²0863	.9 ² 1106	.9 ² 1344	.9 ² 1573
2.4		.9 ² 2024	.9 ² 2240	.9 ² 2451	.9 ² 2656	.9 ² 2857	.9 ² 3053	.9 ² 3244	.9 ² 3431	9²3613
2.4	.9 ² 1802	.9-2024	.5 2240	.5 2401	.9 2000	.9 2001	.9 3033	.5 3244	.5 5451	9-3013
2.5	.923790	.923963	.924132	.924297	.9 ² 4457	.9 ² 4614	.9 ² 4766	.9 ² 4915	.925060	.025201
2.6	.9 ² 5339	.925473	.925604	.925731	.925855	.925975	.926093	.926207	.926319	.926427
2.7	.9 ² 6533	.9 ² 6636	.9 ² 6736	.9 ² 6833	.9 ² 6928	.927020	.9 ² 7110	.0°7197	.927282	.9 ² 7365
			.9 ² 7599	.9 ² 7673	.9 ² 7744	.9 ² 7814	.9 ² 7882		.9 ² 8012	
2.8	.9 ² 7445	.9 ² 7523						.9 ² 7948		.9 ² 8074
2.9	.9 ² 8134	.9 ² 8193	.9 ² 8250	.9 ² 8305	.9 ² 8359	.9 ² 8411	.9²8462	.9 ² 8511	.9 ² 8559	.9 ² 8605
3.0	.928650	.928694	.928736	.928777	.928817	.928856	.928893	.928930	.928965	.928999
3.1	.930324	.930646	.930957	.931260	.931553	.931836	.9 ³ 2112	.932378	.932636	.932886
3.2	.9 ³ 3129	.9 ³ 3363	.9 ³ 3590	.9³3810	.9 ³ 4024	.9 ³ 4230	934429	.9 ³ 4623	.9 ³ 4810	.9³4991
3.3	.9 ³ 5166	.9³5335	.9 ³ 5499	.9³5658	.9³5811	.9 ³ 5959	.9 ³ 6103	.9³6242	.9 ³ 6376	.9 ³ 6505
			.9 ³ 6869	.9³6982	.9 ³ 7091	.9 ³ 7197	.9 ³ 7299		.9 ³ 7493	
3.4	.9³6631	.9³6752	.9-0009	.9*0902	.9-7091	.9-1191	.9-1299	.9³7398	.9-7493	.9³7585
3.5	.9 ³ 7674	.9 ³ 7759	.937842	.937922	.937999	.938074	.9 ³ 8146	.9 ³ 8215	.938282	.938347
3.6	.938409	.938469	.938527	.938583	.938637	.938689	.938739	.938787	.938834	.938879
3.7	.9 ³ 8922	.9 ³ 8964	.940039	.940426	.940799	.9⁴1158	.941504	.941838	.942159	.942468
	040705	.943052	.943327	.943593	.943848	.944094	.944331	044550	044333	044000
3.8	.9*2/65		.945573	.945753	.945926	.946092		.9*4558	.9*4///	.9*4988
3.9	.945190	.945385	.9 5575	.9 3/33	.9 3920	.9 0092	.9⁴6253	.9⁴6404	.9⁴6554	.9⁴6696
4.0	.946833	.946964	.947090	947211	.947327	.947439	.947546	.947649	.947748	.947843
4.1	.947934	.948022	.948106	.948186	.948263	.948338	.948409	.948477	.948542	.948605
4.2	.948665	.948723	.948778	.948832	.948882	.948931	.948978	.950226	.9⁵0655	.9⁵1066
4.3	.951460	.951837	.952199	.952545	.952876	.9⁵3193	.9⁵3497	.953788	.954066	.954332
4.4	.954587	.954831	.955065	.955288	955502	.955706	.955902	.956089	.956268	.956439
	010	010		0	05= : 2=	017010	017			
4.5	.9⁵6602	.956759	.956908	.957051	.9⁵7187	.957318	.957442	.957561	.957675	.9⁵7784
4.6	.9⁵7888	.957987	.958081	.9⁵8172	.9⁵8258	.958340	.9⁵8419	.9⁵8494	.9⁵8566	.9⁵8634
4.7	.8⁵699	.958761	.958821	.958877	.958931	.9⁵8983	.960320	.960789	.9 ⁶ 1235	.9 ⁶ 1661
4.8	.9°2067	.9 ⁶ 2453	.962822	.963173	.9°3508	963827	.964131	.964420	964696	.964958
4.9	965208	.9 ⁶ 5446	.965673	965889	.966094	.96289	.96475	.966652	.966821	.96981

.

Apendiks II Faktor "Compound Interest"

Diketahui	PV	F	F	PV	Α	Α
Mencari	F	PV	A	Α	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.010	.9901	1.0000	1 0100	1.000	.990
2	1.020	.9803	.4975	.5075	1.010	1.970
3	1.030	.9706	.3300	.3400	3.030	2.941
4	1.041	9610	.2463	2563	4 060	3.902
5	1.051	9515	.1960	.2060	5 101	4.853
6	1.062	.9420	.1625	.1725	6.152	5.795
7	1.072	.9327	.1386	.1486	7.214	6.728
8	1.083	.9235	.1207	.1307	8 286	7.652
9	1 094	.9143	.1067	.1467	9.369	8.566
	1.105	.9053	.0956	.1056	10.462	9.471
10						
11	1.116	.8963	.0865	.0965	11.567	10.368
12	1.127	.8874	.0788	.0888	12.683	.11.255
13	1.138	.8787	.0724	.0824	13.809	12.134
14	1.149	.8700	.0669	.0769	14 947	13.004
15	1.161	.8613	.0621	.0721	16.097	13.865
16	1 173	.8528	.0579	.0679	17.258	14.718
17	1.184	.8444	.0543	.0643	18.430	15.562
18	1 196	.8360	.0510	.0610	19.615	16.398
19	1. 208	.8277	.0481	.0581	20 8 1 1	17.266
20	1.220	8195	.0454	.0554	22.019	18.046
21	1.232	8114	.0430	0530	23.239	18.857
22	1.245	.8034	.0409	.0509	24.472	19.660
23	1 257	.7954	.0389	.0489	25.716	20.456
24	1.270	.7876	.0371	.0471	26.973	21.243
25	1.282	.7798	.0354	.0454	28.243	22.023
26	1.295	.7720	.0339	.0439	29.526	22.795
27	1.308	.7644	.0324	.0424	30.821	23.560
28	1.321	7568	.0311	.0411	32 129	24.316
29 30	1.335 1.348	7493 .7419	.0299 .0287	.0399 .0387	33.450 34.785	25.066 25.808
36	1.431	6989	.0232	0332	43.077	30.108
40	1.489	.6717	.0205	.0305	48.886	32 835
48	1.612	.6203	.0163	.0263	61.223	37.974
50	1.645	.6080	.0155	0255	64 463	39 196
52	1.678	5961	0148	.0248	67 769	40.394
60	1.817	.5504	0122	.0222	81.670	44.955
70	2.007	.4983	.0099	.0199	100 676	50 169
72	2 047	.4885	.0096	.0196	104.710	51.150
80	2.217	.4511	.0082	.0182	121.672	54.888
84	2.307	4335	.0077	.0177	130.672	56.648
90	2.449	.4084	.0069	.0169	144.863	59.161
96	2.599	.3847	.0063	.0163	159 927	61.528
100	2.705	.3697	.0059	.0159	170.481	63 029
				.0155		
104	2.815	3553	0055		181.464	64.471
120	3.300	.3030	.0043	0143	230 039	69.701
240	10.893	.0918	0010	.0110	989 255	90 819
360	35.950	.0278	.0003	.0103	3494 694	97 218
480	118.648	.0084	.0001	0101	11764.773	99 157
.00		.500 ;	.5001	0.10.1		33 .07

Diketahui	PV	F	F	PV	Α	Α
Mencari	F	PV	A	Α	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.020	.9805	1.0000	1.0200	1.000	.980
2	1.040	.9612	.4950	5150	2.020	1.942
3	1.061	.9423	.3268	.3468	3.060	2.884
4	1.082	.9238	.2426	.2626	4.122	3.808
5	1.104	.9057	.1922	.2122	5.204	4.713
6	1,126	.8880	.1585	.1785	6.308	5.601
7	1.149	.8706	.1345	1545	7.434	6.472
8	1.172	.8535	.1165	.1365	8.583	7.325
9	1, 195	.8368	.1025	.1225	9.755	8.162
10	1.219	.8203	.0913	.1113	10.950	8.983
11	1.243	.8043	.0822	.1022	12.169	9.787
12	1.268	.7885	.0746	0946	13.412	10.575
13	1.294	.7730	.0681	.0881	14.680	11.348
		.7579	.0626	.0826	15.974	12.106
14	1.319					
15	1.346	.7430	.0578	.0778	17.293	12.849
16	1.373	.7284	.0537	.0737	18.639	13.578
17	1.400	.7142	.0500	.0700	20.012	14.292
18	1.428	.7002	.0467	.0667	21.412	14.992
19	1.457	.6864	0438	0638	22.841	15.678
20	1.486	.6730	.0412	0612	24.297	16.351
21	1.516	.6598	.0388	.0588	25.783	17.011
22	1.546	.6468	.0366	0566	27.299	17.658
			.0347	0547	28.845	18.292
23	1.577	.6342	0329		30.422	
24 25	1.608 1.641	6217 .6095	.0312	.0529 .0512	32.030	18.914 19.523
26	1.673	5976	.0297	.0497	33.671	20.121
27	1.707	.5859	.0283	.0483	35.344	20.707
28	1.741	5744	.0270	.0470	37.051	21.281
29	1.776	.5631	.0258	.0458	38.792	21.844
30	1.811	.5521	.0246	0446	40.568	22.396
36	2.040	.4902	.0192	.0392	51.994	25.489
40	2.208	.4529	.0166	.0366	60.402	27.355
48	2.587	3865	.0126	.0326	79.354	30.673
50	2.692	.3715	.0118	.0318	84.579	31.424
52	2.800	.3571	.0111	.0311	90.016	32.145
60	3.281	.3048	.0088	.0288	114.052	34.761
70	4.000	2500	.0067	.0267	149.978	37.499
72	4.161	.2403	.0063	.0263 .0252	158.057	37.984
80 84	4.875 5.277	.2051 1895	.0052 .0047	.0232	193.772 213.867	39.745 40.526
90	5.943	1683	.0040	.0240	247.157	41.587
96	6.693	.1494	.0035	.0235	284.647	42.529
100	7.245	.1380	0032	.0232	312.232	43.098
104	7.842	.1275	.0029	.0229	342.092	43.624
120	10.765	.0929	.0020	.0220	488.258	45.355
240	115.889	.0086	.0002	.0202	5744.437	49.569
360	1247.561	.0008		.0200	62328 056	49.960

Diketahui	PV	F	F	PV	Α	Α
Mencari	F	PV	A	Α	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.030	.9709	1.0000	1.0300	1.000	.971
2	1.061	.9426	.4926	.5226	2.030	1.913
3	1.093	.9151	.3235	.3535	3.091	2.829
4	1 126	.8885	.2390	.2690	4.184	3.717
5	1.159	.8626	.1884	.2184	5.309	4.580
6	1.194	.8375	.1546	.1846	6.468	5 417
7	1.230	.8131	.1305	.1605	7.662	6 230
8	1.267	.7894	.1125	.1425	8.892	7.020
9	1.305	.7664	.0984	.1284	10.159	7.786
10	1.344	.7441	.0872	.1172	11.464	8 530
11	1.384	.7224	.0781	.1081	12.808	9.253
12	1.426	.7014	.0705	.1005	14.192	9.954
13	1.469	.6810	.0640	.0940	15.618	10.635
14	1.513	.6611	.0585	.0885	17.086	11.296
15	1.558	.6419	.0538	.0838	18.599	11.938
16	1.605	.6232	.0496	.0796	20.157	12.561
17	1.653	.6050	.0460	.0760	21.762	13.166
18	1.702	.5874	.0427	.0727	23.414	13.754
19	1.754	.5703	.0398	.0698	25 117	14.324
20	1.806	.5537	.0372	.0672	26 870	14.87
21	1.860	.5375	.0349	.0649	28.676	15.41
22	1.916	.5219	.0327	.0627	30.537	15.937
23	1.974	.5067	.0308	.0608	32.453	16.444
24	2.033	.4919	.0290	.0590	34.426	16 936
25	2.094	.4776	.0274	.0574	36.459	17.413
26	2.157	.4637	.0259	.0559	38.553	17.87
27	2.221	.4502	.0246	.0546	40.710	18 327
28	2.288	.4371	.0233	.0533	42.931	18.764
29	2.357	.4243	.0221	.0521	45.219	19.188
30	2.427	.4120	.0210	.0510	47.575	19.600
31	2.500	4000	.0200	.0500	50.003	20.000
32	2.575	.3883	.0190	.0490	52.503	20.389
33	2.652	.3770	.0182	.0482	55 078	20.766
34	2.732	.3660	.0173	.0473	57.730	21.132
35	2.814	.3554	.0165	.0465	.60.462	21.487
40	3.262	.3066	.0133	.0433	75.401	23 11
45	3.782	.2644	.0108	.0408	92.720	24.51
50	4.384	.2281	.0089	.0389	112.797	25.730
55	5.082	.1968	.0073	.0373	136.072	26.77
60	5.892	.1697	.0061	.0361	163.053	27.67
65	6.830	.1464	.0051	.0351	194.333	28.45
70	7.918	.1263	.0043	.0343	230.594	29.12
75	9.179	.1089	.0037	.0337	272.631	29.70
80	10.641	.0940	.0031	.0331	321 363	30.20
85	12.336	.0811	.0026	.0326	377.857	30.63
90	14.300	.0699	.0023	.0323	443.349	31.002
95	16.578	.0603	.0019	.0319	519.272	31.32
	19.219	.0520	.0016	.0316	607.288	31.599

Diketahui	PV	F	F	PV	А	A
Mencari	F	PV	Α	Α	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.040	.9615	1.0000	1 0400	1.000	962
2	1.082	.9246	.4902	.5302	2.040	1.886
3	1.125	.8890	.3203	.3603	3 122	2.775
4	1 170	8548	.2355	.2755	4.246	3.630
5	1.217	.8219	.1846	2246	5.416	4.452
6	1.265	.7903	.1508	1908	6.633	5.242
7	1.316	.7599	.1266	1666	7.898	6.002
8	1 369	.7307	.1085	.1485	9.214	6.733
9	1.423	.7026	.0945	1345	10 583	7.435
10	1.480	.6756	.0833	.1233	12,006	8.111
11	1.539	.6496	.0741	.1141	13.486	8.760
12	1.601	.6246	.0666	.1066	15.026	9.385
13	1.665	.6006	.0601	1001	16.627	9.986
14	1.732	.5775	.0547	.0947	18.292	10.563
15	1.801	.5553	.0499	.0899	20.024	11.118
16	1.873	.5339	.0458	.0858	21.825	11.652
17	1.948	.5134	.0422	.0822	23.698	12.166
18	2.026	.4936	.0390	.0790	25.645	12.659
19	2.107	.4746	.0361	.0761	27.671	13.134
		4564	.0336	.0736		
20	2.191	4564	.0336	.0736	29.778	13.590
21	2.279	.4388	.0313	.0713	31.969	14.029
22	2.370	.4220	.0292	.0692	34.248	14.451
23	2.465	.4057	0273	.0673	36.618	14.857
24	2.563	3901	.0256	.0656	39.083	15.247
25	2.666	.3751	.0240	.0640	41.646	15.622
26	2.772	.3607	.0226	.0626	44.312	15.983
27	2.883	.3468	.0212	.0612	47 084	16.330
28	2.999	.3335	.0200	0600	49.968	16.663
29	2.119	.3207	.0189	.0589	52.966	16.984
30	2.243	3083	.0178	.0578	56.085	17.292
31	3.373	.2965	.0169	.0569	.59.328	17.588
32	3.508	.2851	.0159	.0559	62.701	17.874
33	3.648	.2741	.0151	.0551	66.210	18.148
34	3.794	.2636	.0143	.0543	69.858	18.411
35	3.946	.2534	.0136	.0536	73.652	18.665
40	4.801	.2083	.0105	0505	95.026	19.793
45	5.841	.1712	.0083	.0483	121.029	20.720
50	7.107	.1407	.0066	0466	152.667	21.482
55	8.646	.1157	.0052	.0452	191.159	22.109
60	10.520	.0951	.0042	.0442	237.991	22.623
65	12.799	.0781	.0034	.0434	294.968	23.047
70	15.572	.0642	.0027	0427	364.290	23.395
75	18.945	.0528	.0022	.0422	448.631	23.680
80	23.050	.0434	.0018	.0418	551.245	23.915
85	28.044	.0357	.0015	.0415	676.090	24.109
90	34.119	.0293	.0012	.0412	827.983	24.267
95	41.119	.0293	.0012	.0412	827.983	24.267
100	50.505	.0198	.0008	.0412	1237.624	
100	30.303	.0190	.0000	.0406	1237.024	24.505

Diketahui	PV	F	F	PV	Α	
Mencari	F	PV	Α	Α	F	Р
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/
1	1.050	.9524	1.0000	1.0500	1.000	.95
2	1.102	.9070	.4878	.5378	2.050	1.85
3	1.158	.8638	.3172	.3672	3.152	2.72
4	1.216	.8227	.2320	.2820	4.310	3.54
5	1.276	.7835	.1810	.2310	5 526	4.32
_		7.00	4.70	4070	0.000	
6	1.340	.7462	.1470	.1970	6.802	5.07
7	1.407	.7170	.1228	.1728	8.142	5.78
8	1.477	.6768	.1047	.1547	9.549	6.46
9	1.551	.6446	.0907	.1407	11.027	7.10
10	1.629	.6139	.0795	.1295	12.578	7.72
11	1.710	.5847	.0704	.1204	14.207	8.30
12	1.796	.5568	.0628	.1128	15.917	8.86
13	1.886	.5303	.0565	1065	17.713	9.39
14	1.980	.5051	.0510	.1010	19.599	9.89
15	2.079	.4810	.0463	.0963	21.579	10.38
16	2.183	.4581	.0423	.0923	23.657	10.83
17	2.292	.4363	.0387	.0887	25.840	11.27
18	2.407	.4155	.0355	.0855	28.132	11.69
19	2.527	.3769	.0327	.0827	30.539	12.08
		.3769	.0302	.0802	33.066	12.46
20	2.653	.3769	.0302	.0602	33.000	12.40
21	2.786	.3589	.0280	.0780	35.719	12.8
22	2.925	.3418	.0260	.0760	38.505	13.10
23	3.072	.3256	.0241	.0741	41.430	13.48
	3.225	.3101	.0225	.0725	44.502	13.79
24 25	3.386	.2953	.0210	.0710	47.727	14.09
20	0.000	.2000	.52.15	.55		
26	3.556	.2812	.0196	.0696	51.113	14.3
27	3.733	.2678	.0183	.0683	54.669	14.64
28	3.920	.2551	.0171	.0671	58.403	14.89
	4.116	.2429	.0160	.0660	62.323	15.14
29 30	4.322	.2314	.0151	.0651	66.439	15.3
31	4.538	.2204	.0141	.0641	70.761	15.5
32	4.765	.2099	.0133	.0633	75.299	15.8
33	5.003	.1999	.0125	.0625	80.064	16.0
34	5.253	.1904	.0118	.0618	85.067	16.1
35	5.516	.1813	.0111	.0611	90 320	16.3
40	7.040	.1420	.0083	.0583	120.800	17.1
45	8.985	.1113	.0063	.0563	159.700	17.7
50	11.467	.0872	.0048	.0548	209.348	18.2
55	14.636	.0683	.0037	.0537	272.713	18.6
60	18.679	.0535	.0028	.0528	353.584	18.9
65	23.840	.0419	.0022	.0522	456.798	19.1
70	30.426	.0329	.0017	.0517	588.529	19.3
75	38.833	.0258	.0013	.0513	756.654	19.4
	49.561	.0202	.0010	.0510	971.229	19.5
80 85	63.254	.0202	.0008	.0508	1245.087	19.6
90	80.730	.0124	.0006	.0506	1594.607	19.7
9 5	103.035	.0097	.0005	.0505	2040.694	19.8
100	131.501	.0076	.0004	.0504	2610.025	19.8

Diketahui	PV	F	F	PV	Α	A
Mencari	F	PV	A	A	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.060	.9434	1.0000	1.0600	1.000	.943
2	1.124	.8900	.4854	5454	2.060	1.833
3	1.191	.8396	.3141	.3741	3.184	2.673
4	1.262	.7921	.2286	.2886	4.375	3.465
5	1.338	.7473	.1774	.2374	5.637	4.212
6	1.419	.7050	.1434	.2034	6.975	4.917
7	1.504	.6651	.1191	.1791	8.394	5.582
8	1.594	.6274	.1010	.1610	9.897	6.210
9	1.689	.5919	.0870	.1470	11.491	6.802
10	1.791	.5584	.0759	.1359	13.181	7.360
11	1.898	.5268	.0668	.1268	14.972	7.887
12	2.012	.4970	.0593	.1193	16.870	8.384
13	2.133	.4688	.0530	.1130	18.882	8.853
14	2.261	.4423	.0476	.1076	21.015	9.295
15	2.397	.4173	.0430	.1030	23.276	9.712
16	2.540	.3936	.0390	.0990	25.673	10.106
17	2.693	.3714	.0354	.0954	28.213	10.477
18	2.854	.3503	03.24	.0924	30.906	10.828
19	3.026	.3305	.0296	.0896	33.760	11.158
20	3.207	.3118	.0272	.0872	36.786	11.470
21	3.400	.2942	.0250	.0850	39.993	11.764
22	3.604	.2775	.0230	.0830	43.392	12.042
23	3.820	.2618	.0213	.0813	46.996	12.303
24	4.049	.2470	.0197	.0797	50.816	12.550
25	4.292	.2330	.0182	.0780	54.865	12.783
26	4.549	.2198	.0169	.0769	59.156	13.003
27	4.822	.2074	.0157	.0757	63.706	13.211
28	5.112	.1956	.0146	.0746	68.528	13.406
29	5.418	.1846	.0136	.0736	73.640	13.591
30	5.743	.1741	.0126	.0726	79.058	13.765
31	6.088	.1643	.0118	.0718	84.802	13.929
32	6.453	.1550	.0110	.0710	90.890	14.084
33	6.841	.1462	.0103	.0703	97.343	14.230
34	7.251	1379	.0096	.0696	104.184	14.368
35	7.686	.1301	.0090	.0690	111.435	14.498
40	10.286	.0972	.0065	.0665	154.762	15.046
45	13.765	.0727	.0047	.0647	212.744	15.456
50	18.420	.0543	.0034	.0634	290.336	15.762
55	24.650	0406	.0025	.0625	394.172	15.991
60	32.988	.0303	.0019	.0619	533.128	16.161
65	44.145	.0227	.0014	.0614	719 083	16.289
70	59 076	.0169	.0010	.0610	967.932	16.385
75	79 057	.0126	.0008	.0608	1300.949	16.456
80	105.796	.0095	.0006	.0606	1746.600	16.509
85	141.579	.0071	.0004	.0604	2342.982	16.549
90	189.465	.0053	.0003	.0603	3141.075	16.579
95	253.546	.0039	.0002	.0602	4209.104	16.601
100	339.302	.0029	.0002	.0602	5638.368	16.618

Diketahui	PV	F	F	PV	A	A
Mencari	F	PV	A	A	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1 070	.9346	1.0000	1.0700	1.000	.935
2	1.145	.8734	.4831	.5531	2 070	1.808
3	1.225	.8163	.3111	.3811	3.215	3.387
4	1.311	.7629	.2252	.2952	4.440	3.387
5	1.403	7130	.1739	.2439	5.751	4.100
6	1.501	.6663	.1398	.2098	7.153	4.767
7	1.606	.6227	.1156	.1856	8.654	5.389
8	1.718	5820	.0975	.1675	10.260	5.971
9	1.838	.5439	.0835	1535	11.978	6.515
10	1.967	.5083	.0724	.1424	13.816	7.024
11	2.105	.4751	.0634	.1334	15.784	7.499
12	2.252	.4440	.0559	.1259	17.888	7.943
13	2.410	.4150	.0497	.1197	20.141	8.358
14	2.579	.3878	.0443	.1143	22.550	8.745
15	2.759	.3624	.0398	.1098	25.129	9.108
16	2.952	.3387	.0359	.1059	27.888	9.447
17	3.159	.3166	.0324	.1024	30.840	9.763
18	3.380	.2959	.0294	.0994	33.999	
						10.059
19	3.617	.2765	.0268	.0968	37.379	10.336
20	3.870	.2584	.0244	0944	40.995	10.594
21	4.141	.2415	.0223	.0923	44.865	10.836
22	4.430	.2257	.0204	.0904	49.006	11.061
23	4.741	.2109	.0187	.0887	53.436	11.272
24	5.072	.1971	0172	0872	58.177	11.469
25	5.427	.1842	0158	.0858	63.249	11.654
26	5.807	.1722	.0146	.0846	.68 676	11.826
27	6.214	.1609	0134	.0834	74.484	11.987
28	6.649	.1504	.0124	.0824	80.698	12.137
29	7.114	.1406	.0114	.0814	87 347	12.278
30	7.612	.1314	.0106	.0806	94 461	12.409
31	8.145	.1228	.0098	.0798	102.073	12.532
32	8.715	.1147	.0091	.0791	110.218	12.647
33	9.325	.1072	.0084	.0784	118.933	12.754
34	9.978	.1002	.0078	0778	128.259	12.854
35	10.677	.0937	.0072	.0772	138.237	12.948
40	14.974	.0668	.0050	.0750	199 635	13.332
45	21.002	.0476	.0035	.0735	285.749	13.606
50	29.457	.0339	.0025	.0725	406.529	13.801
55	41.315	.0242	.0017	.0717	575.929	13.940
60	57.946	.0137	.0012	.0712	813.520	14.039
65	81.273	.0123	.0009	.0709	1146.755	14.110
70	113.989	.0088	.0006	.0706	1614.134	14.160
75	159.876	.0063	.0004	.0704	2269 657	14.196
80	224.234	.0045	.0003	.0703	3189.063	14.222
85	314.500	.0032	.0002	.0702	4478.576	14.240
90	441.103	.0023	.0002	.0702	6287.185	14.253
95	618.670	.0016	.0001	.0701	8823.854	14.263
	867.716	.0012	.0001	.0701	12381.662	

Mencari F							
The color of the			F	F			A
1 1,1080 9259 1,0000 1,0800 1,000 2 1,166 8573 4808 5608 2,080 3 3 1,260 7938 3080 3880 3286 3,246 3 4 1,360 7350 2219 3019 4506 5 5 1,469 6806 1,705 2505 5,867 6 6 1,587 6302 1363 2163 7,336 7 7 1,714 5835 1,121 1921 8,923 8 8 1,851 5403 0940 1,740 10,637 9 9 1,999 5002 0690 1,490 14,487 11 2,332 4289 0601 1,401 16,645 12,625 12,488 10 2,518 3971 0,527 1,327 18,977 13 2,720 3667 0,465 1,265 21,495 14 2,937 3405 0,413	Mencari	F	PV	A	A	F	PV
2 1166 8573 4808 5608 2080 3 1260 7938 3080 3880 3.246 4 1360 7350 2219 3019 4.506 5 1469 6806 .1705 2505 5.867 6 1587 6302 1363 2163 7.336 7 1.714 5835 .1121 .1921 8.923 8 1.851 5403 0940 .1740 10.637 9 1999 5002 0801 1601 12.488 10 2.159 4632 0690 1490 14.487 11 2.232 4289 0601 .1401 16.645 12 2.518 3971 0527 .1327 18.977 13 2.720 3677 0465 .1265 21.495 14 2.937 3405 0413 1213 24.215 15 3.172 3152 0368 .1168 27.152 16 3.426 2.919 0.330 .1130 30.324 17 3.700 2703 0.296 .1086 33.750 18 3.996 2502 0.267 .1067 37.450 19 4.316 2.317 0.241 .1041 41.446 20 4.661 2.145 0.219 .1019 45.762 21. 5.034 .1987 0.180 0.998 50.423 12 5.3837 1.839 0.180 0.998 50.423 12 5.437 1.839 0.180 0.998 50.423 12 5.437 1.839 0.180 0.998 50.423 12 5.437 1.839 0.180 0.998 50.423 12 5.437 1.839 0.180 0.998 50.423 12 5.437 1.839 0.180 0.998 50.423 12 5.437 1.839 0.180 0.998 50.423 12 6.7396 1.352 0.014 0.094 6.0893 1 24 6.341 1.577 0.150 0.995 6.6765 1 25 6.848 1.460 0.137 0.937 7.3106 1 26 7.396 1.352 0.025 7.9954 1 28 8.627 1.159 0.006 0.086 0.088 1.33.283 1 31 10.868 0.920 0.081 0.081 0.081 1.23.346 1 32 2.773 0.934 0.096 0.0896 1.45.91 1 33 12.676 0.789 0.099 0.088 0.888 133.283 1 34 10.868 0.920 0.081 0.081 0.081 1.23.346 1 34.785 0.075 0.095 0.085 1.847.248 1 34.785 0.066 0.046 0.004 0.004 0.804 2720.000 1 35 22.1205 0.031 0.002 0.005 1.847.248 1 36 148.780 0.067 0.005 0.005 1.847.248 1 36 148.780 0.067 0.005 0.080 1.851 1.23.346 1 31.920 0.313 0.006 0.080 0.889 1.53.223 1 35 6.814 0.145 0.006 0.006 0.008 0.080 1.555.13 1 36 1.4785 0.066 0.066 0.006 0.008 0.008 0.000 1.555.13 1 36 1.4785 0.066 0.067 0.005 0.0805 1847.248 1 37 1.4876 0.006 0.	n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
3 1 260 7938 3080 3880 3 246 3 4 1 360 7350 2219 3019 4 506 5 5 1 469 6806 .1705 .2505 5.867 6 1.587 6302 1363 2.163 7.336 7 1.714 5835 .1121 .1921 8.923 8 1.851 5-403 0.940 1.740 10.637 9 1 999 5002 0.801 1601 12.488 10 2.159 4632 0.690 1.490 1.4487 11 2.332 4289 0.601 1.401 16.645 12 2.518 3971 0.527 1.327 18.977 13 2.720 3677 0.465 1.265 21.495 14 2.937 3405 0.413 1213 2.4215 15 3.172 3.152 0.368 1.168 2.7.152 16 3.426 2.919 0.330 1.1130 30.324 17 3.700 2.703 0.296 1.096 33.750 18 3.996 2.502 0.267 1.067 37.450 19 4.316 2.217 0.241 1.041 41.446 20 4.661 2.145 0.219 1.091 4.762 21 5.034 1.987 0.198 0.998 5.0.423 1 22 5.437 1.839 0.180 0.990 5.5457 1 23 5.871 1.703 0.164 0.996 6.6765 1 24 6.341 1.577 0.150 0.950 6.6765 1 25 6.848 1.460 0.137 0.095 0.905 9.5339 1 31 1.0.868 0.920 0.081 0.088 1.3283 1 31 1.0.868 0.920 0.081 0.088 1 31 1.0.868 0.920 0.081 0.082 0.082 0.082 0.082 0.082 0.082 0.082 0.0	1	1.1080					.926
4 1360 7350 2219 3019 4:506 3 5 1.469 6806 .1705 2505 5.867 3 6 1.587 6302 1363 2163 7.336 7 7 1.714 5835 .1121 .1921 8:923 8 8 1.851 5403 0940 .1740 10.657 9 9 1.999 5002 0801 1601 12.488 9 10 2.159 4632 0690 1490 14.487 9 11 2.332 4289 0601 .1401 16.645 12.2518 3971 0.527 13327 18.977 13 2.720 3677 0465 1.265 21.495 14 2.937 3405 0413 1213 24.215 15 3.172 3152 0368 .1168 27.152 16 3.426 2.919 0.330 1.130 30.324 17 3.700 2703 0.296 1.096 33.750 18 3.996 2502 0.267 1.096 33.750 19 4.316 2.317 0.241 1.041 41.446 20 4.661 2.145 0.219 1.019 4.5762 21 5.317 0.241 1.041 41.446 1.20 4.661 2.145 0.219 1.019 4.5762 21 5.33 5.871 1.703 0.164 0.996 6.0960 5.5457 11 1.703 0.164 0.996 6.0960 1.140 0.996 6.0960 1.140 0.996 6.0960 1.140 0.996 6.0960 1.170 0.996 1.150 0.996 1.1096 0.996 1.1096 0.996 1.1096 0.996 1.1096 0.996 1.1096 0.996 0.996 1.1096 0.996 0.996 1.1096 0.996 0.996 1.1096 0.996 0.	2	1.166	8573	.4808	.5608	2.080	1.783
5 1.469 6806 .1705 2505 5.867 3 6 1.587 6302 1363 2163 7.336 7 7 1.714 5835 1.1121 .1921 8.923 1 8 1.851 5403 .940 .1740 10.637 9 9 1.999 5002 .0801 .1601 12.488 6 10 2.159 .4632 .0690 .1480 14.487 6 11 2.332 .4289 .0601 .1401 16.645 12.488 12 .2518 .3971 .0527 .1327 18.977 13 .2720 .3677 .0465 .1265 .21.495 14 2.937 .3405 .0413 .1213 .24.215 3.24215 .14 2.937 .3405 .0413 .1213 .24.215 .4 .1957 .1327 .18.977 .13 .2032 .1313 .2133 .2133 .2133 .2133	3	1.260	.7938	.3080	3880	3.246	2.577
6 1.587 6.302 1363 2.163 7.336 7 7 1.714 5.835 1.121 1.921 8.923 8 8 1.851 5.403 0940 1.740 10.637 9 9 1.999 5002 0801 1601 12.488 6 10 2.159 4632 0690 1.490 14.487 6 11 2.332 4289 0601 1.401 16.645 12 2.518 3.971 0527 1.327 18.977 13 2.720 3.677 0.465 1.265 21.495 14 2.937 34.05 0.413 12.13 24.215 15 3.172 3.152 0368 1.168 27.152 16 3.426 2.919 0.330 1.130 30.324 17 3.700 2.703 0.296 1.096 33.750 18 3.996 2.502 0.267 1.067 37.450 19 4.316 2.317 0.241 1.041 1.041 4.1446 12 0.4661 2.145 0.219 1.091 4.5762 11 1.041 4.1446 1.20 4.661 2.145 0.219 1.091 4.5762 11 1.041 4.1446 1.20 4.661 2.145 0.219 1.091 0.980 55.457 11 1.20 4.661 2.145 0.219 1.091 0.980 55.457 11 1.20 4.20 4.661 2.145 0.219 1.091 0.980 55.457 11 1.20 4.20 4.661 2.145 0.219 1.091 0.980 55.457 11 1.20 4.20 4.20 4.20 4.20 4.20 4.20 4.20 4	4	1.360	7350	.2219	.3019	4.506	3.312
7		1.469	.6806	.1705	.2505	5.867	3.993
8 1,851 5,403 0,940 1,740 10,637 3 9 1,999 5,002 0,801 1601 12,488 6 10 2,159 4632 0,690 1,490 14,467 14 11 2,332 4,289 0,601 1,401 16,645 12,655 18,977 13 2,720 3,677 0,465 1,265 2,1495 14 2,937 3,405 0,413 12,13 24,215 14 2,937 3,405 0,413 12,13 24,215 14 2,937 3,405 0,413 12,13 24,215 14 2,937 3,405 0,413 12,13 24,215 14 2,937 3,405 0,413 12,13 24,215 18 3,936 2,152 0,938 1,168 27,152 1 16 3,426 2,919 0,330 1,130 30,324 4 1 1,446 1,446 1,446 1,446 1,446 1,446 1,446 1,446	6	1.587	.6302	1363	.2163	7.336	4.623
9 1999 5002 0801 1601 12.488 100 2.159 4632 0690 1.490 14.487 6 11 2.332 4289 0601 1.401 16.645 12.518 3971 0527 1.327 18.977 13 2.720 3677 0.465 1.265 21.495 14 2.937 3.405 0.413 1213 24.215 15 3.172 3.152 0.368 1.168 27.152 16 3.426 2.919 0.330 1.130 30.324 17 3.700 2703 0.296 1.096 33.750 18 3.996 2.502 0.267 1.067 37.450 19 4.316 2.317 0.241 1.041 4.1 446 20 4.661 2.145 0.219 1.019 4.5762 11. 5 0.34 1.987 0.198 0.998 50.423 17 2.2 5.437 1.839 0.180 0.990 55.457 1.22 5.6848 1.168 0.990 6.7.396 1.352 0.990 6.7.396 1.352 0.990 6.7.396 1.352 0.990 6.7.396 1.352 0.990 0.990 6.7.396 1.352 0.990 0.990 6.7.396 1.352 0.990 0.99	7	1.714	.5835	.1121	.1921	8.923	5.206
9 1 999 5002 0801 1601 12 488 10 2.159 4632 0690 1.490 14.487 11 2.332 4289 0601 1.490 14.487 11 2.332 4289 0601 1.401 16.645 12 2.518 3971 0527 1.327 18.977 13 2.720 3677 0.465 1.265 21.495 1.4 2.937 3.405 0.413 1213 24.215 15 3.172 3.152 0.368 1.168 27.152 16 3.426 2.919 0.330 1.130 30.324 17 3.700 2.703 0.296 1.096 33.750 18 3.996 2.502 0.0267 1.067 37.450 19 4.316 2.317 0.241 1.041 41.446 120 4.661 2.145 0.219 1.019 4.5.762 11 2.1 5 0.34 1.987 0.188 0.998 50.423 11 2.2 5 4.37 1.839 0.180 0.990 5.5457 11 2.2 5 6.848 1.460 0.0137 0.937 7.3.106 1.2 6 7.396 1.352 0.0125 0.925 7.9954 1.2 6 7.396 1.352 0.0125 0.925 7.9954 1.2 2.3 6.848 1.460 0.0137 0.937 7.3.106 1.3 2.8 8.627 1.159 0.099 0.080 0.990 0.990 0.95339 1.3 2.8 8.627 1.159 0.015 0.095 0.0	8	1.851	.5403	.0940	.1740	10.637	5.747
10 2.159 4632 0690 1490 14.487 1 11 2.332 4289 0601 1.401 16.645 12 2.518 3971 0527 1.327 18.977 13 2.720 3677 0465 1.265 21.495 14 2.937 3405 0413 1213 24.215 15 3.172 3.152 0368 1.168 27.152 1 16 3.426 2.919 0.330 1.130 30.324 1 17 3.700 2703 0.296 1.096 33.750 1 18 3.996 2.502 0.267 1.067 37.450 1 19 4.316 2.317 0.241 1.041 41.446 1 20 4.661 2.145 0.219 1.019 1.019 45.762 1 21. 5.034 1.987 0.198 0.998 50.423 1 22 5.437 1.839 0.180 0.990 55.457 1 23 5.871 1.703 0.164 0.964 6.083 1 24 6.341 1.577 0.150 0.990 6.765 1 25 6.848 1.460 0.137 0.937 73.106 1 26 7.396 1.352 0.125 0.925 79.954 1 27 7.988 1.252 0.115 0.992 73.106 1 28 8.627 1.159 0.016 0.996 0.996 13.951 1 28 8.627 1.159 0.016 0.996 0.996 13.951 1 28 8.627 1.159 0.016 0.996 0.996 13.951 1 28 8.627 1.159 0.016 0.995 0.995 95.339 1 29 9.317 1.073 0.096 0.896 13.366 1 30 10.063 0.994 0.088 0.888 133.283 1 31 10.868 0.920 0.081 0.881 123.346 1 32 11.737 0.852 0.075 0.875 134.214 1 33 12.676 0.789 0.069 0.896 145.951 1 40 21.725 0.460 0.039 0.893 2.59.057 1 40 21.725 0.460 0.039 0.893 2.59.057 1 40 21.725 0.460 0.039 0.893 2.59.057 1 40 21.725 0.460 0.039 0.893 2.59.057 1 40 21.725 0.460 0.003 0.881 123.346 1 55 68.914 0.145 0.012 0.817 573.770 1 65 148.780 0.0067 0.005 0.805 1847.248 1 60 101.257 0.009 0.008 0.808 1253.213 1			5002	.0801	1601	12.488	6.247
12 2.518 3971 0527 1327 18.977 13 2.720 3677 0465 .1265 21.495 14 2.937 3405 0413 1213 24215 6 15 3.172 3152 0368 .1168 27.152 6 16 3.426 2919 0330 .1130 30.324 6 17 3.700 2703 0296 .1096 33.750 37.450 18 3.996 2502 0267 .1067 37.450 9 19 4.316 2317 0241 .1041 41.46 9 20 4.661 .2145 .0219 .1019 45.762 9 21. 5.034 .1967 .0198 .098 50.423 11 22 5.437 .1839 .0180 .098 .55.457 11 23 5.871 .1703 .0164 .0964 .60.893 1 <t< td=""><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>6.710</td></t<>							6.710
12 2.518 3971 0527 1327 18.977 13 2.720 3677 0465 .1265 21.495 14 2.937 3405 0413 1213 24215 6 15 3.172 3152 0368 .1168 27.152 6 16 3.426 2919 0330 .1130 30.324 6 17 3.700 2703 0296 .1096 33.750 37.450 18 3.996 2502 0267 .1067 37.450 9 19 4.316 2317 0241 .1041 41.46 9 20 4.661 .2145 .0219 .1019 45.762 9 21. 5.034 .1967 .0198 .098 50.423 11 22 5.437 .1839 .0180 .098 .55.457 11 23 5.871 .1703 .0164 .0964 .60.893 1 <t< td=""><td>11</td><td>2.332</td><td>4289</td><td>0601</td><td>.1401</td><td>16.645</td><td>7.139</td></t<>	11	2.332	4289	0601	.1401	16.645	7.139
13 2.720 3677 0.465 1.265 21.495 1.4 2.937 3405 0.413 1213 24.215 1.5 1.15 3.172 3152 0.368 .1168 27.152 1.6 16 3.426 2.919 0.330 .1130 30.324 1.7 3.700 2703 0.296 .1096 33.750 1.7 3.700 2703 0.296 .1096 33.750 1.7 3.7450 1.9 1.096 33.750 1.7 3.7450 1.9 1.096 33.750 1.7 3.7450 1.9 1.096 33.750 1.7 3.7450 1.9 4.316 2.317 0.241 .1041 4.1446 1.0 1.0 4.1446 1.0 1.0 4.1446 1.0 1.0 1.0 4.1446 1.0 1.0 4.1446 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 1.0 </td <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>7.536</td>							7.536
14 2 937 3405 0413 1213 24 215 6 15 3.172 3152 0368 .1168 27.152 6 16 3.426 2919 0330 .1130 30.324 6 17 3.700 2703 0296 .1096 33.750 18 18 3.996 2502 0267 .1067 37.450 9 19 4.316 2317 0241 .1041 41.446 9 20 4.661 .2145 .0219 .1019 45.762 10 21 5.034 .1987 .0188 .0998 50.423 11 22 5.437 .1839 .0180 .0980 55.457 11 23 5.871 .1703 .0164 .0964 .60.893 1 24 6.341 .1577 .0150 .0950 .66.765 1 25 6.848 .1460 .0137 .0937 .73.							7.904
15 3.172 .3152 .0368 .1168 27.152 .16 16 3.426 .2919 .0330 .1130 .30.324 .8 17 3.700 .2703 .0296 .1096 .33.750 .1 18 3.996 .2502 .0267 .1067 .37.450 .9 19 4.316 .2317 .0241 .1041 .41446 .1 .2 .1 .1 .1 .1 .1 .1 .1 .1 .1 .1 .1 .1<							8.244
17 3.700 2703 .0296 .1096 .33.750 .18 18 3.996 2502 .0267 .1067 .37.450 .19 19 4.316 .2317 .0241 .1041 .41.446 .146 20 4.661 .2145 .0219 .1019 .45.762 21. 5.034 .1987 .0188 .0998 50.423 .1 22 5.437 .1839 .0180 .0980 .55.457 .1 23 5.871 .1703 .0164 .0964 .60.893 .1 24 6.341 .1577 .0150 .0950 .66.765 .1 25 .6.848 .1460 .0137 .0937 .73.106 .1 26 .7.396 .1352 .0125 .0925 .79.954 .1 27 .7.988 .1252 .0114 .0914 .87.351 .1 28 .8.627 .1159 .0105 .0905							8.559
17 3.700 2703 .0296 .1096 .33.750 .18 18 3.996 2502 .0267 .1067 .37.450 .19 19 4.316 .2317 .0241 .1041 .41.446 .146 20 4.661 .2145 .0219 .1019 .45.762 21. 5.034 .1987 .0188 .0998 50.423 .1 22 5.437 .1839 .0180 .0980 .55.457 .1 23 5.871 .1703 .0164 .0964 .60.893 .1 24 6.341 .1577 .0150 .0950 .66.765 .1 25 .6.848 .1460 .0137 .0937 .73.106 .1 26 .7.396 .1352 .0125 .0925 .79.954 .1 27 .7.988 .1252 .0114 .0914 .87.351 .1 28 .8.627 .1159 .0105 .0905	16	3.426	2919	0330	1130	30 324	8.851
18 3.996 2502 .0267 .1067 .37.450 19 4.316 .2317 .0241 .1041 .41.446 20 4.661 .2145 .0219 .1019 .45.762 21 .5 034 .1987 .0198 .0998 .50.423 .11 22 .5 437 .1839 .0180 .0980 .55.457 .11 23 .5 871 .1703 .0164 .0964 .60.893 .11 24 .6 341 .1577 .0150 .0950 .66.765 .1 25 .6 848 .1460 .0137 .0937 .73.106 .1 26 .7 .396 .1352 .0125 .0925 .79.954 .1 27 .7 .988 .1252 .0114 .0914 .87.351 .1 28 .8 .627 .1159 .0105 .0905 .95.339 .1 29 .9 .317 .1073 .0096 .0896 .103.966							9.122
19 4.316 2317 0241 .1041 41.446 21.00 4.661 2145 .0219 .1019 45.762 .1019 45.762 .1019 .1							9.372
20 4,661 .2145 .0219 .1019 45.762 21. 5 034 .1987 .0198 .0998 50.423 22 5 437 .1839 .0180 .0980 .55.457 23 5.871 .1703 .0164 .0964 .60.893 24 6.341 .1577 .0150 .0950 .66.765 25 6.848 .1460 .0137 .0937 .73.106 26 7.396 .1352 .0125 .0925 .79.954 27 7.988 .1252 .0114 .0914 .87.351 28 .8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 29 .9.317 .1073 .0096 .0896 .03.263 30 .10 063 .0994 .0088 .0888 .133.283 31 .10 .868 .0920							
21. 5 034 .1987 .0198 .0998 50.423 11 22 5.437 .1839 .0180 .0980 .55.457 10 23 5.871 .1703 .0164 .0964 .60.893 11 24 6.341 .1577 .0150 .0950 .66.765 11 25 6.848 .1460 .0137 .0937 .73.106 11 26 7.396 .1352 .0125 .0925 .79.954 1 27 7.988 .1252 .0114 .0914 .87.351 1 28 .8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 1 29 .9.317 .1073 .0096 .0896 .103.966 1 30 .1063 .0994 .0088 .0888 .133.283 1 31 .10.868 .0920 .0081 .0881 .123.346 1 32 .11.737 .0852 .0075							9.604 9.818
22 5.437 .1839 .0180 .0980 .55.457 .10 23 5.871 .1703 .0164 .0964 .60.893 .1 24 6.341 .1577 .0150 .0950 .66.765 .1 25 6.848 .1460 .0137 .0937 .73.106 .1 26 7.396 .1352 .0125 .0925 .79.954 .1 27 7.988 .1252 .0114 .0914 .87.351 .1 28 8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 .1 29 9.317 .1073 .0096 .0896 .103.966 .1 30 .10 63 .0994 .0088 .0888 .133.283 .1 31 .10 868 .0920 .0081 .0881 .123.346 .1 32 .11 .737 .0852 .0075 .0875 .134.214 .1 33 .12 .676 .0789 .0069 </td <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td>							
23 5.871 .1703 .0164 .0964 60.893 1 24 6.341 .1577 .0150 .0950 .66.765 .1 25 6.848 .1460 .0137 .0937 .73.106 .1 26 7.396 .1352 .0125 .0925 .79.954 .1 27 7.988 .1252 .0114 .0914 .87.351 .1 28 8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 .1 29 9.317 .1073 .0096 .0896 .103.966 .1 30 .1063 .0994 .0088 .0888 .133.283 .1 31 .10868 .0920 .0081 .0881 .123.346 .1 32 .11.737 .0852 .0075 .0875 .134.214 .1 33 .12.676 .0789 .0069 .0869 .145.951 .1 34 .13.690 .0730 .0063							10.017
24 6.341 .1577 .0150 .0950 66.765 1 25 6.848 .1460 .0137 .0937 .73.106 1 26 7.396 .1352 .0125 .0925 .79.954 1 27 7.988 .1252 .0114 .0914 .87.351 1 28 8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 1 29 9.317 .1073 .0096 .0896 103.966 1 30 .1063 .0994 .0088 .0888 133.283 1 31 .10.868 .0920 .0081 .0881 .123.346 1 32 .11.737 .0852 .0075 .0875 .134.214 1 33 .12.676 .0789 .0069 .0869 .145.951 1 34 .13.690 .0730 .0063 .0863 .158.627 1 35 .14.785 .0676 .0058 .0858 .172.317 1 40 .21.725 .0460 .0039 </td <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10.201</td>							10.201
25 6.848 .1460 .0137 .0937 .73.106 10 26 7.396 .1352 .0125 .0925 .79.954 .1 27 7.988 .1252 .0114 .0914 .87.351 .1 28 8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 .1 29 9.317 .1073 .0096 .0896 .103.966 .1 30 .10.063 .0994 .0088 .0888 .133.283 .1 31 .10.868 .0920 .0081 .0881 .123.346 .1 32 .11.737 .0852 .0075 .0875 .134.214 .1 33 .12.676 .0789 .0069 .0869 .145.951 .1 34 .13.690 .0730 .0063 .0863 .158.627 .1 35 .14.785 .0676 .0058 .0858 .172.317 .1 40 .21.725 .0460 .0039 .0839 .259.057 .1 45 .31.920 .0313 <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td>10.371</td>							10.371
26 7.396 .1352 .0125 .0925 79.954 1 27 7.988 1252 .0114 .0914 .87.351 1 28 8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 1 29 9.317 .1073 .0096 .0896 .103.966 1 30 10.063 .0994 .0088 .0888 133.283 1 31 10.868 .0920 .0081 .0881 123.346 1 32 11.737 .0852 .0075 .0875 134.214 1 33 12.676 .0789 .0069 .0869 145.951 1 34 13.690 .0730 .0063 .0863 158.627 1 35 14.785 .0676 .0058 .0858 172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 .259.057 1 45 31.920 .0313 .0026 .	24	6.341					10.529
27 7.988 1252 .0114 .0914 87.351 1 28 8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 1 29 9.317 .1073 .0996 .0896 .103.966 1 30 10.063 .0994 .0088 .0888 .133.283 1 31 10.868 .0920 .0081 .0881 .123.346 1 32 .11,737 .0852 .0075 .0875 .134.214 1 33 .12.676 .0789 .0069 .0869 .145.951 1 34 .13.690 .0730 .0063 .0863 .158.627 1 35 .14.785 .0676 .0058 .0858 .172.317 1 40 .21.725 .0460 .0039 .0839 .259.057 1 45 .31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 .46.902 .0213 .0017 <td>25</td> <td>6.848</td> <td>.1460</td> <td>.0137</td> <td>.0937</td> <td>73.106</td> <td>10.675</td>	25	6.848	.1460	.0137	.0937	73.106	10.675
28 8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 1 29 9.317 .1073 .0096 .0896 .103.966 1 30 10.063 .0994 .0088 .0888 .133.283 1 31 10.868 .0920 .0081 .0881 .123.346 1 32 11.737 .0852 .0075 .0875 .134.214 1 33 12.676 .0789 .0069 .0869 .145.951 1 34 13.690 .0730 .0063 .0863 .158.627 1 35 14.785 .0676 .0058 .0858 .172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 .259.057 1 45 .31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 .46.902 .0213 .0017 .0817 .573.770 1 55 .68.914 .0145 .0012 .0812 .848.923 1 60 .101.257 .0099	26	7.396	.1352	.0125	.0925	79.954	10.810
28 8.627 .1159 .0105 .0905 .95.339 1 29 9.317 .1073 .0096 .0896 .103.966 1 30 10.063 .0994 .0088 .0888 .133.283 1 31 10.868 .0920 .0081 .0881 .123.346 1 32 11.737 .0852 .0075 .0875 .134.214 1 33 12.676 .0789 .0069 .0869 .145.951 1 34 13.690 .0730 .0063 .0863 .158.627 1 35 14.785 .0676 .0058 .0858 .172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 .259.057 1 45 .31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 .46.902 .0213 .0017 .0817 .573.770 1 55 .68.914 .0145 .0012 .0812 .848.923 1 60 .101.257 .0099	27	7.988	1252	.0114	.0914	87.351	10.935
29 9.317 .1073 .0096 .0896 103.966 1 30 10 063 .0994 .0088 .0888 133.283 1 31 10.868 .0920 .0081 .0881 123.346 1 32 11.737 .0852 .0075 .0875 134.214 1 33 12.676 .0789 .0069 .0869 145.951 1 34 13.690 .0730 .0063 .0863 158.627 1 35 14.785 .0676 .0058 .0858 172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 259.057 1 45 31.920 .0313 .0026 .0826 386.506 1 50 46.902 .0213 .0017 .0817 573.770 1 55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 <td></td> <td>8.627</td> <td>.1159</td> <td>.0105</td> <td>.0905</td> <td>95.339</td> <td>11.051</td>		8.627	.1159	.0105	.0905	95.339	11.051
30 10 063 .0994 .0088 .0888 133.283 1 31 10.868 .0920 .0081 .0881 123.346 1 32 11.737 .0852 .0075 .0875 134.214 1 33 12.676 .0789 .0069 .0869 145.951 1 34 13.690 .0730 .0063 .0863 158.627 1 35 14.785 .0676 .0058 .0858 172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 259.057 1 45 31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 46.902 .0213 .0017 .0817 573.770 1 55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .000					.0896		11.158
32 11.737 .0852 .0075 .0875 134.214 1 33 12.676 .0789 .0069 .0869 145.951 1 34 13.690 .0730 .0063 .0863 158.627 1 35 14.785 .0676 .0058 .0858 172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 259.057 1 45 .31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 .46.902 .0213 .0017 .0817 .573.770 1 55 .68.914 .0145 .0012 .0812 .848.923 1 60 .101.257 .0099 .0008 .0808 .1253.213 1 65 .148.780 .0067 .0005 .0805 .1847.248 1 70 .218.606 .0046 .0004 .0804 .2720.080 1 75 .321.205 .0031 .0002 .0802 .4002.557 1							11.258
33 12.676 .0789 .0069 .0869 145.951 1 34 13.690 .0730 .0063 .0863 158.627 1 35 14.785 .0676 .0058 .0858 172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 259.057 1 45 31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 46.902 .0213 .0017 .0817 .573.770 1 55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1	31	10.868	.0920		.0881	123.346	11.350
34 13.690 0730 .0063 .0863 158.627 1 35 14.785 .0676 .0058 .0858 172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 259.057 1 45 31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 46.902 .0213 .0017 .0817 .573.770 1 55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1	32	11.737	.0852	.0075	.0875	134.214	11.435
35 14.785 .0676 .0058 .0858 172.317 1 40 21.725 .0460 .0039 .0839 259.057 1 45 31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 46.902 .0213 .0017 .0817 573.770 1 55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1	33	12.676	.0789		.0869	145.951	11.514
40 21.725 .0460 .0039 .0839 259.057 1 45 31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 46.902 .0213 .0017 .0817 573.770 1 55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1	34	13.690	0730	.0063	.0863	158.627	11.587
45 31.920 .0313 .0026 .0826 .386.506 1 50 46.902 .0213 .0017 .0817 .573.770 1 55 68.914 .0145 .0012 .0812 .848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 .1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 .1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 .2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 .4002.557 1	35	14.785	.0676	.0058	.0858	172.317	11.655
50 46.902 .0213 .0017 .0817 573.770 1 55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1	40						11.925
55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1	45	31.920	.0313	.0026	.0826	386.506	12.108
55 68.914 .0145 .0012 .0812 848.923 1 60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1	50	46.902	.0213	.0017	.0817	573.770	12.233
60 101.257 .0099 .0008 .0808 1253.213 1 65 148.780 .0067 .0005 .0805 1847.248 1 70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1		68.914	.0145	.0012	.0812	848.923	12.319
70 218.606 .0046 .0004 .0804 2720.080 1 75 321.205 .0031 .0002 .0802 4002.557 1			.0099				12.377
75 321.205 .0031 0002 .0802 4002.557 1	65	148.780					12.416
· · · · · · · · · · · · · · · · · · ·	70	218.606	.0046			2720.080	12.443
	75	321.205	.0031	0002	.0802	4002.557	12.461
80 471.955 .0021 .0002 .0802 5886.935 1	80	471.955	.0021	.0002	.0802	5886.935	12.474
		693.456	.0021	.0001	.0801	8655.706	12.482
	90						12.488
	95			.0001			12.492
100 2199.761 .0005 .0800 27484.516 1	100	2199.761	.0005		.0800	27484.516	12.494

Manajemen Proyek

Lanjutan Apendiks II

Diketahui	PV	Ė	F	PV	Α	Α
Mencari	F	PV	A	A	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.090	9174	1.0000	1.0900	1.000	.917
2	1.188	.8417	4785	5685	2 090	1.759
3	1.295	.7722	3051	3951	3.278	2.531
4	1.412	.7084	2187	3087	4 573	3.240
5	1.539	.6499	1671	2571	5 985	3.890
0	1 677	.5963	.1329	.2229	7.523	4 406
6	1.677					4.486
7	1.828	.5470	.1087	.1987	9.200	5 033
8	1.993	.5019	.0907	.1807	11.028	5.535
9	2.172	.4604	.0768	.1668	13 021	5.995
10	2.367	.4224	.0658	.1558	15 193	6.418
11	2.580	.3875	.0569	.1469	17 560	6.805
12	2.813	.3555	.0497	.1397	20 141	7.161
13	3.066	3262	.0436	.1336	22.953	7.487
14	3.342	2992	.0384	.1284	26 019	7.786
15	3.642	.2745	.0341	.1241	29 361	8.061
13	3.042	.2145	.0341	.1241	23301	0.001
16	3.970	.2519	.0303	.1203	33 003	8.313
17	4.328	.2311	.0270	.1170	36.974	8.544
18	4.717	.2120	.0242	1142	41.301	8.756
		.1945	.0217	.1117	46 018	8.950
19	5.142					
20	5.604	.1784	.0195	.1095	51 160	9.129
21	6.109	.1637	0176	.1076	56.765	9.292
22	6.659	.1502	.0159	1059	62 873	9.442
23	7.258	.1378	.0144	.1044	69.532	9.580
24	7.911	.1264	0130	1030	76.790	9.707
25	8 623	.1160	.0118	.1018	84.701	9.823
00	0.000	1004	0107	1007	00.004	0.000
26	9.399	.1064	.0107	1007	93 324	9.929
27	10.245	.0976	.0097	.0997	102.723	10.027
28	11.167	.0895	.0089	.0989	112.968	10.116
29	12.172	.0822	.0081	.0981	124.135	10.198
30	13.268	.0754	0073	.0973	136 308	10.274
31	14.462	.0691	.0067	.0967	149.575	10.343
32	15.763	.0634	.0061	.0961	164 037	10.406
33	17.182	.0582	.0056	.0956	179.800	10.464
34	18.728	.0534	.0051	.0951	196.982	10.518
35	20.414	0490	.0046	.0946	215.711	10.567
	04 400	0040	0000	0000	007.000	40.757
40	31.409	.0318	.0030	.0930	337.882	10.757
45	48.327	.0207	.0019	.0919	525 859	10.881
50	74.358	0134	.0012	.0912	815.084	10.962
55	114.408	.0087	.0008	0908	1260.092	11.014
60	176.031	.0057	0005	.0905	1944.792	11.048
65	270.846	.0037	.0003	.0903	0998.288	11.070
70	416.730	.0024	.0003	.0902	4619 223	11.084
75		.0016	.0002	.0902	7113.232	11.094
	641.191					
80	986.552	.0010	.0001	.0901	10950 574	11.100
85	1517.932	.0007	.0001	.0901	16854 800	11.104
90	2335.527	.0004		.0900	25939 184	11.106
95	3593.497	.0003		.0900	39916 635	11.108
100	5529.041	.0002		.0900	61422 675	11.109

Diketahui Mencari	PV F	F PV	F A	PV A	A	A PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.100	9091	1.0000	1.1000	1.000	909
2	1.210	.8264	4762	.5762	2.100	1.736
3	1.331	.7513	.3021	4021	3.310	2.487
4	1.464	.6830	.2155	.3155	4.641	3.170
5	1.611	.6209	.1638	2638	6.105	3.791
6	1.772	.5645	.1296	.2296	7.716	4.355
7	1.949	.5132	.1054	.2054	9 487	4.868
8	2.144	.4665	.0874	.1874	11.436	5.335
9	2.358	.4241	.0736	.1736	13.579	5.759
10	2.594	.3855	.0627	.1627	15.937	6.145
11	2.853	.3505	.0540	.1540	18.531	6.495
12	3.138	3186	.0468	.1468	21.384	6.814
13	3.452	.2897	.0408	.1408	24.523	7.103
14	3.797	,2633	.0357	. 1357	27.975	7.367
15	4.177	.2394	0315	.1315	31 772	7.606
16	4.595	.2176	.0278	1278	35.950	7.824
17	5.054	.1978	.0247	1247	40.545	8.022
18	5.560	1799	.0219	.1219	45.599	8.201
19	6.116	.1635	.0195	.1195	51.159	8.365
20	6.727	1486	.0175	.1175	57.275	8.514
21	7.400	1351	0156	.1156	64 002	8.649
22	8.140	.1228	.0140	.1140	71.403	8.772
23	8.954	.1117	.0126	.1126	79.543	8.883
24	9.850	.1015	0113	.1113	88.497	8.985
25	10.835	.0923	.0102	.1102	98.347	9.077
26	11.918	.0839	.0092	.1092	109.182	9.161
27	13.110	.0763	.0083	.1083	121.100	9.237
28	14.421	.0693	0075	.1075	134.210	9.307
29	15.863	.0630	.0067	.1067	148.631	9.370
30	17.449	.0573	.0061	1061	164.494	9.427
31	19.194	.0521	.0055	.1055	181.943	9.479
32	21.114	.0474	.0050	1050	201 138	9.526
33	23.225	.0474	.0045	1045	222.252	9.569
34	25.548	.0391	.0043	.1041	145.477	9.569
35	28.102	.0356	.0037	.1037	271 024	9.644
40	45.259	.0221	.0023	.1023	442.593	0.770
40 45	72.890	.0137	.0023	.1023		9.779 9.863
45 50	117.391	.0137	.0009	.1014	718.905	9.863 9.915
	100.050			4005	1163.909	
55 60	189 059 304.482	.0053 .0033	.0005 .0003	.1005	1880.591 3034.816	9.947 9.967
65	490.371	.0020	.0002	.1002	4893.707	9.980
70	789.747	.0013	.0001	.1001	7887.470	9.987
75	1271.895	.0008	.0001	.1001	12708.954	9.992
80	2048.400	.0005	.5001	1000	20474.002	9.995
85	3298.969	.0003		.1000	32979.690	9.997
90	5313 023	.0002		1000	53120.226	9.998
95	8556.676	.0001		.1000	85556.761	9.999
100	13780.612	.0001		.1000	137796.123	9.999
.50	.5.55.612	.5551		. 1000	107700.120	5.555

Manajemen Proyek

Lanjutan Apendiks II

Diketahui Mencari	PV F	F PV	F A	PV A	A	A PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.120	.8929	1.0000	1.1200	1.000	.893
2	1.254	.7972	.4717	.5917	2.120	1.690
3	1.405	.7118	.2963	.4163	3.374	2.402
4	1.574	.6355	.2092	.3292	4.779	3.037
5	1.762	.5674	.1574	.2774	6.353	3.605
6	1.974	.5066	.1232 *	.2432	8.115	4.111
7	2.211	.4523	.0991	.2191	10.089	4.564
8	2.476	.4039	.0813	.2013	12.300	4.968
		.3606	.0677			5.328
9	2.773			1877	14.776	
10	3.106	.3220	.0570	.1770	17.549	5.650
11	3.479	.2875	.0484	.1684	20.655	5.938
12	3.896	.2567	.0414	.1614	24.133	6.194
13	4.363	.2292	.0357	.1557	28.029	6.424
14	4.887	.2046	.0309	.1509	31.393	6.628
15	5.474	.1827	.0268	.1468	37.280	6.811
16	6.130	.1631	.0234	.1434	42.753	6.974
17	6.866	.1456	.0205	.1405	48.884	7.120
						7.120
18	7.690	.1300	.0179	.1379	55.750	
19	8.613	.1161	.0158	.1358	63.440	7.366
20	9.646	.1037	.0139	.1339	72.052	7.469
21	10.804	.0926	.0122	.1322	81.699	7.562
22	12.100	.0826	.0108	.1308	92.503	7.645
23	13.552	.0738	.0096	.1296	104.603	7.718
24	15.179	.0659	.0085	.1285	118.155	7.784
25	17.000	.0588	.0075	.1275	133.334	7.843
26	19.040	.0525	.0067	.1267	150.334	7.896
27	21.325	.0469	.0059	.1259	169.374	7.943
28	23.884	.0419	.0052	.1252	190.699	7.984
29 30	26.750 29.960	.0374 .0334	.0047 .0041	.1247 .1241	214.583 241.333	8.002 8.055
31	33.555	.0298	.0037	.1237	271.293	8.085
32	37.582	.0266	.0033	.1233	304.848	8.112
33	42.092	.0238	.0029	.1129	342.429	8.135
34	47.143	.0212	.0026	.1226	384.521	8.157
35	52.800	0189	.0023	.1223	431.663	8.176
40	93.051	.0107	0013	.1213	767.091	8.244
45	163.988	.0061	.0007	.1207	1358.230	8.283
50	289.002	0035	.0004	.1204	2400.018	8.304
55	509 321	.0020	.0002	.1202	4236.005	8.317
60	897.597	.0011	.0001	.1201	7471.641	8.324
65	1581.872	0006	.0001	.1201	13173.937	8.328
70	2787.800	.0004		.1200	23223.332	8.330
75	4913.056	.0002		.1200	40933.799	8.332
80	8658.483	0001		.1200	72145.692	8.332
85	15259.206	.0001		1200	127151.714	8.333
90	26891.934			.1200	224091.118	8.333
95	47392.777			.1200	394931.471	8.333
	83522.266	-		.1200	696010.547	8.333
100						

Diketahui	PV	F	F	PV	A	A
Mencari	F	PV	Å	A	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.150	.8696	1.0000	1.1500	1.000	870
2	1.323	.7561	.4651	6151	2.150	1.626
3	1.521	.6575	.2880	.4380	3.472	2.283
4	1.749	.5718	.2003	.3503	4.993	2.855
5	2.011	.4972	.1483	.2983	6.742	3.352
6	2.313	.4323	.1142	.2642	8.754	3.784
7	2.660	.3759	.0904	.2404	11.067	4.160
8	3.059	.3269	.0729	.2229	13.727	4.487
9	3.518	.2843	.0596	.2096	16.786	4.772
10	4.046	.2149	.0411	.1911	24.349	5.234
11	4.652	.2149	.0411	.1911	24.349	5.234
		.1869	.0345	.1845	29.002	
12	5.350					5.421
13	6.153	.1625	.0291	.1791	34.352	5.583
14	7.076	.1413	.0247	.1747	40.505	5.724
15	8.137	.1229	.0210	.1710	47.580	5.847
16	9.358	.1069	.0179	.1679	55.717	5.954
17	10.761	.0929	.0154	.1654	65.075	6.047
18	12.375	.0808	.0132	.1632	75.836	6.128
19		.0703			88.212	
	14.232		.0113	.1613		6.198
20	16.367	.0611	.0098	.1598	102.444	6.259
21	18.822	.0531	.0084	.1584	118.810	6.312
22	21.645	.0462	.0073	.1573	137.632	6.359
23	24.891	.0402	.0063	.1563	159.276	6.339
24	28.625	.0349	.0054	.1554	184.168	6.434
25	32.919	.0304	.0047	.1547	212.793	6.464
26	37.857	.0264	.0041	.1541	245.712	6.491
27	43.535	.0230	.0035	.1535	283.569	6.514
28	50.066	.0200	.0031	.1531	327.104	6.534
29	57.575	.0174	.0027	.1527	377.170	6.551
30	66.212	.0151	.0023	.1523	434.745	6.566
31	76.144	.0131	.0020	1520	500.957	6.579
32	87.565	.0114	.0017	.1517	577.100	6.591
33	100.700	.0099	.0015	1515	664.666	6.600
34	115.805	.0086	.0013	.1513	765.365	
35	133.176	.0075	.0013	.1511	881.170	6.609 6.617
40	267.864	.0037	.0006	.1506	1779.090	6.642
45	538.769	.0037	.0003	1503	3585.128	6.654
50	1083.657	.0009	.0003	.1501	7217.716	
55		.0005	.0001	.1501		6.661
60	2179.622 4383.999	.0003	.0001	.1500	14524.148 29219.992	6.664 6.665
65	8817.787	.0001		.1500	58778.583	6.666
70	17735.720	.0001		.1500		
		.0001			118231.467	6.666
75 80	35672.868			.1500	237812.453	6.666
80	71750.879			.1500	478332.529	6.667
85	144316.647			.1500	962104.313	6.667
90	290272.325			.1500	1935142.168	6.667
95	583841.328			.1500	3892268.851	6.667
100	1174313.451			1500	7818749671	6.667

Diketahui	PV	F	F	PV	A	A
Mencari	F	PV	A	A	F	PV
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.180	.8475	1.0000	1.1800	1.000	.847
2	1.392	.1782	.4587	.6387	2.180	1.566
3	1.643	.6086	.2799	.4599	3.572	2.174
4	1.939	.5158	1917	.3717	5.215	2.690
5	2.288	.4371	1398	.3198	7.154	3.127
•	0.700	2704	1050	2050	0.440	2.400
6	2.700	.3704	.1059	.2859	9 442	3.498
7	3.185	.3139	.0824	.2624	12.142	3.812
8	3.759	.2660	.0652	.2452	15.327	4.078
9	4.435	.2255	.0524	.2324	19.086	4.303
10	5.234	.1911	.0425	.2225	23.521	4.494
11	6.176	.1619	.0348	.2148	28.755	4.656
12	7.288	.1372	.0286	.2086	34.931	4.793
			.0237	.2037	42.219	4.910
13	8.599	.1163				
14	10.147	.0985	.0197	1997	50.818	5.008
15	11.974	.0835	.0164	.1964	60.965	5.092
16	14.129	.0708	.0137	.1937	72.939	5.162
17	16.672	.0600	.0115	.1915	87.068	5.222
18	19.673	.0508	.0096	.1896	103.740	5.273
19	23.214	.0431	0081	.1881	123.414	5.316
20	27.393	.0365	.0068	.1868	146.628	5.353
20	21.595	.0303	.0000	.1000	140.020	3.333
21	32.324	.0309	.0057	.1857	174.021	5.384
22	38.142	.0262	.0048	.1848	206.345	5.410
23	45.008	.0222	.0041	.1841	144.487	5.432
24	53.109	.0188	.0035	.1835	289.494	5.451
25	62.699	.0160	.0029	.1829	342 603	5.467
26	73.949	.0135	.0025	.1825	405.272	5.480
27	87.260	0115	.0021	.1821	479.221	5.492
			.0018	.1818		
28	102.967	.0097			566.481	5.502
29	121 501	.0082	.0015	.1815	669.447	5.510
30	143.371	.0070	.0013	1813	790.948	5.517
31	169.177	.0059	.0011	.1811	934.319	5.523
32	199.629	.0050	.0009	.1809	1103.496	5.528
33	235.563	.0042	.0008	1808	1303.125	5 532
34	277.964	.0036	0006	.1806	1538.688	5.536
35	327.997	.0030	.0006	.1806	1816.652	5.539
33	021.551	.0000	.0000	. 1000	1010.002	0.000
40	750.378	0013	.0002	.1802	4163.213	5.548
45	1716.684	.0006	.0001	.1801	9531.577	5.552
50	3927.357	.0003	. 3 - 2	.1800	21813.094	5.554
55	8984.841	.0001		.1800	49910.228	5.555
60	20555 140	.0001		.1800	114189.666	5.555
65	47025.181			.1800	161245.449	5.555
70	107582.222			1800	597673.458	5.556
75	246122.064			.1800	1367339.243	5.556
80	563067.660			.1800	3128148.114	5.556
	1288162.408			1800	7156452 266	5.556
85	1200 102,400			1000		

Diketahui Mencari	PV F	F PV	F A	PV A	A F	A PV
		-		·		
n	F/PV	PV/F	A/F	A/PV	F/A	PV/A
1	1.200	.8333	1.0000	1.2000	1.000	.833
2	1.440	.6944	.4545	.6545	2.200	1.528
3	1.728	.5787 .4823	.2747 .1863	.4747 .3863	3.640	2.106
4 5	2.074 2.488	.4023 .4019	.1344	.3344	5.368 7.442	2.589 2.991
6	2.986	.3349	.1007	.3007	9.930	3.326
7	3.583	.2791	.0774	.2774	12.916	3.605
8	4.300	.2326	.0606	.2606	16.499	3.837
9	5.160	.1938	.0481	.2481	20.799	4.031
10	6.192	.1615	.0385	.2385	25.959	4.192
11	7.430	.1346	.0311	.2311	32.150	4.327
12	8.916	.1122	.0253	.2253	39.581	4.439
13	10.699	.0935	.0206	.2206	48.497	4.533
14	12.839	.0779	.0169	.2169	59.196	4.611
15	15.407	.0649	.0139	.2139	72.035	4.657
16	18.488	.0541	.0114	.2114	87.442	4.730
17	22.187	.0451	.0094	2094	105.931	4.775
18	26.623	.0376	.0078	.2078	128.117	4.812
19	31.948	.0313	.0065	.2065	154.740	4.843
20	38.338	.0261	.0054	.2054	186.688	4.870
21	46.005	.0217	.0044	.2044	225.026	4.891
22	55.206	.0181	.0037	.2037	271.031	4.909
23	66.247	.0151	.0031	.2031	326.237	4.925
24	79.497	.0126	.0025	.2025	392.484	4.937
25	95.396	.0105	.0021	.2021	471.981	4.948
26	114.475	.0087	.0018	.2018	567.377	4.956
27	137.371	.0073	.0015	.2015	681.853	4.964
28	164.845	.0061	.0012	.2012	819.223	4.970
29	197.814	.0051	.0010	.2010	984.068	4.975
30	237.376	.0042	.0008	.2008	1181.882	4.979
31	284.852	.0035	.0007	.2007	1419.258	4.982
32	341.822	.0029	.0006	.2006	1704.109	4.985
33	410.186	.0024	.0005	.2005	2045.931	4.988
34	492.224	.0020	.0004	.2004	2456.118	4.990
35	590.668	.0017	.0003	.2003	2948.341	4.992
40	1469.772	.0007	.0001	.2001	7343.858	4.997
40 45	3657.262	.0007	.0001	.2001	18281.310	4.997 4.999
45 50	9100.438	.0003	.0001	.2001	45497.191	4.999 4.999
50 55	22644.802	.0001		.2000	113219.011	4.999 5.000
60	56347.514			.2000	281732.572	5.000
30	33377.014			.2000	20., 02.0,2	5.000
65	140210.647			.2000	701048.235	5.000
70	348888.957			.2000	1744439.785	5.000
75	868147.369			.2000	4340731.847	5.000

Apendiks III

MENTERI NEGARA PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL/ **KETUA BAPPENAS**

KEPUTUSAN MENTERI NEGARA PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL/ KETUA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL

NOMOR: KEP. 122/KET/7/1994

TENTANG

TATA CARA PENGADAAN DAN BIAYA JASA KONSULTASI

MENTERI NEGARA PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL/ KETUA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL

- Menimbang: a. bahwa untuk memenuhi pelaksanaan Keputusan Presiden Nomor 16 Tahun 1994 pada Pasal 29 ayat (3), perlu ditetapkan ketentuan-ketentuan tentang studi analisis dan pekerjaan konsultansi lainnya oleh Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Ketua Badan Perencanaan Pembangunan Nasional.
 - b. bahwa petunjuk mengenai Pengadaan Biaya Pekerjaan Konsultansi Konsultan Indonesia dan Konsultansi Konsultan Asing tidak sesuai lagi sehingga perlu dicabut.
 - c. bahwa sehubungan dengan itu, perlu diterbitkan surat keputusan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan/Ketua Badan Perencanaan Pembangunan Nasional tentang Tata Cara Pengadaan dan Biaya Jasa Konsultansi.

Mengingat

- : 1. Keputusan Presiden Nomor 73 Tahun 1993, tentang perubahan Keputusan Presiden Nomor 35 Tahun 1973, tentang Badan Perencanaan Pembangunan Nasional sebagaimana telah dua kali diubah terakhir dengan Keputusan Presiden Nomor 7 Tahun 1988.
 - 2. Keputusan Presiden Nomor 96/M Tahun 1993, tentang Pembentukan Kabinet Pembangunan VI.
 - 3. Keputusan Presiden Nomor 16 Tahun 1994, tentang Pelaksanaan Anggaran Pendapatan dan Belanja Negara.
 - 4. Keputusan Presiden Nomor 17 Tahun 1994, tentang Rencana Pembangunan Lima Tahun.

MEMUTUSKAN:

Mencabut

- : 1. Keputusan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Ketua Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Nomor Kep. 021/Ket/4/1985, tanggal 13 April 1985, tentang Petunjuk Mengenai Biaya Pekerjaan Konsultansi Konsultan Indonesia.
 - 2. Keputusan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Ketua Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Nomor Kep. 105/Ket/9/1989, tanggal 26 September 1989, tentang Penyesuaian Beban Biaya Personil Bagi Pekerjaan Konsultansi Konsultan Indonesia dalam rangka ICB.
 - 3. Keputusan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Ketua Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Nomor Kep. 002/Ket/1/1990, tanggal 31 Januari 1990, tentang Petunjuk Mengenai Biaya Pekerjaan Konsultansi Konsultan Asing.
 - 4. Keputusan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Ketua Badan Perencanaan Pembangunan Nasional Nomor Kep. 004/Ket/1/1991, tanggal 20 Februari 1991, tentang Penyesuaian Beban Biaya Personil Bagi Pekerjaan Konsultansi Konsultan Indonesia.

Menetapkan: KEPUTUSAN MENTERI NEGARA PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL/KETUA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL TENTANG TATA CARA PENGADAAN DAN BIAYA JASA KONSULTANSI.

Pasal 1

PENDAHULUAN

- (1) Jasa konsultansi yang dimaksud dalam keputusan ini adalah jasa konsultansi untuk studi analisis dan pekerjaan jasa konsultansi lainnya, sepanjang tata cara pengadaannya belum diatur dalam Keputusan Presiden Nomor 16 Tahun 1994.
- (2) Lingkup jasa konsultansi yang dimaksud pada ayat (1); antara lain meliputi jasa-jasa: survei, studi, perencanaan, perancangan, pengawasan, manajemen, penelitian, dan pelatihan.
- (3) Jasa konsultansi yang diatur dalam keputusan ini adalah jasa konsultansi yang dipergunakan oleh departemen, lembaga pemerintah nondepartemen, pemerintah daerah, BUMN, dan BUMD, agar pelaksanaan proyek/kegiatan dapat lebih efektif dan efisien. Jasa konsultansi dipergunakan dalam hal instansi pelaksana proyek/kegiatan tidak memiliki tenaga ahli dan/atau kemampuan yang cukup untuk mengerjakannya sendiri.
- (4) Jasa konsultansi dapat dilakukan baik oleh perusahaan jasa konsultansi yang terdaftar dalam asosiasi perusahaan konsultan maupun oleh konsultan perorangan (individual consültant) yang terdaftar pada asosiasi profesi terkait atau lembaga tertentu yang ditunjuk oleh pemerintah.
- (5) Dalam rangka pengadaan jasa konsultansi, perlu diperhatikan hal-hal sebagai berikut:
 - (a) Pembentukan panitia pengadaan di instansi pelaksana.
 - (b) Penyusunan kerangka acuan kerja (terms of reference).

- (c) Pembuatan rencana anggaran biaya (RAB) dan harga perhitungan sendiri (HPS).
- (d) Penentuan daftar rekanan terseleksi yang diundang (DRT-U/shortlist).
- (e) Penetapan tata cara dan kriteria penilaian.
- (f) Pengiriman undangan yang dilampiri dengan kerangka acuan kerja, berikut keterangan tambahan mengenai proyek/kegiatan bersangkutan.
- (g) Penilaian terhadap usulan yang masuk, dan pembuatan nilai dan peringkat dari calon pemenang.
- (h) Klarifikasi dan negosiasi dengan calon konsultan terpilih.
- (i) Pembuatan kontrak.

Pasal 2

KERANGKA ACUAN KERJA (TERMS OF REFERENCE)

- (1) Departemen, lembaga pemerintah nondepartemen, pemerintah daerah, BUMN, dan BUMD, sebagai instansi pelaksana, wajib mempersiapkan kerangka acuan kerja (KAK) untuk jasa konsultansi yang akan diadakan.
- (2) KAK dibuat dengan tujuan:
 - (a) Menjelaskan tujuan dan lingkup jasa kosultansi serta jenis keahlian yang diperlukan.
 - (b) Sebagai acuan dan informasi bagi para konsultan yang diundang mengikuti pelelangan atau pemilihan langsung, dalam rangka menyiapkan kelengkapan administratif, usulan, teknis, dan usulan biaya.
 - (c) Sebagai acuan dalam evaluasi usulan, klarifikasi dan negosiasi dengan calon konsultan terpilih, dasar pembuatan kontrak, dan acuan evaluasi hasil kerja konsultan.
- (3) KAK sekurang-kurangnya memuat hal-hal sebagai berikut:

(man-months), dan jadwal setiap tahapan pekerjaan.

- (a) Uraian pendahuluan berupa gambaran secara garis besar mengenai proyek/kegiatan yang akan dilaksanakan, antara lain berisi latar belakang, maksud dan tujuan, lokasi, sumber pendanaan, instansi pelaksana, dan organisasi pelaksana proyek/kegiatan.
- (b) Data penunjang berupa data yang berkaitan dengan pelaksanaan proyek/kegiatan, antara lain data dasar, standar teknis, studi-studi yang pernah dilaksanakan, dan peraturan perundang-undangan yang harus digunakan.
- (c) Tujuan dan ruang lingkup pekerjaan yang memberikan gambaran mengenai tujuan yang ingin dicapai, keluaran yang akan dihasilkan, keterkaitan antara suatu keluaran dengan keluaran yang lain, peralatan dan material yang harus disediakan oleh konsultan, lingkup kewenangan yang dilimpahkan kepada konsultan, perkiraan waktu penyelesaian jasa konsultansi, kualifikasi, dan jumlah tenaga ahli yang harus disediakan oleh konsultan, perkiraan keseluruhan tenaga ahli/tenaga pendukung yang diperlukan
- (d) jenis dan jumlah laporan yang disyaratkan (antara lain laporan pendahuluan, laporan bulanan, laporan sela, dan laporan akhir).
- (e) Ketentuan bahwa kegiatan konsultansi harus dilaksanakan di Indonesia, kecuali untuk kegiatan tertentu yang belum mampu dilaksanakan di Indonesia.
- (f) Hal-hal lain, seperti fasilitas yang disediakan oleh instansi pelaksana untuk membantu kelancaran tugas konsultan, persyaratan kerja sama dengan konsultan lain (apabila diperlukan), dan pedoman tentang pengumpulan data lapangan.

Pasal 3

RENCANA ANGGARAN BIAYA DAN HARGA PERHITUNGAN SENDIRI

- (1) Departemen, lembaga pemerintah nondepartemen, pemerintah daerah, BUMN dan BUMD wajib membuat rencana anggaran biaya (RAB) sebagai pagu dana yang disediakan, dan harga perhitungan sendiri (HPS) yang dikalkulasikan sesuai keahlian sebagai acuan dalam penilaian usulan untuk setiap jasa konsultansi yang akan dilaksanakan.
- (2) HPS dibuat pada saat akan melaksanakan pengadaan yang terdiri atas dua komponen pokok, yaitu: biaya langsung personil (remuneration), dan biaya langsung nonpersonil (direct reimbusable cost) yang meliputi antara lain biaya untuk sewa kantor, biaya perjalanan, biaya pengiriman dokumen, biaya pengurusan surat ijin, biaya komunikasi, tunjangan perumahan, dan lain-lain.
- (3) Dalam penyusunan HPS, biaya langsung nonpersonil tidak melebihi 40 persen dari biaya keseluruhan, kecuali untuk jenis pekerjaan konsultansi yang bersifat khusus.
- (4) Biaya langsung personil dan biaya langsung nonpersonil untuk menghitung RAB dan HPS diatur dalam Pedoman Satuan Harga Umum, dalam rangka perhitungan pembiayaan pelaksanaan rencana tahunan yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan nasional cq. Deputi Bidang Pembiayaan dan Pengendalian Pelaksanaan dan Departemen Keuangan cq. Direktur Jenderal Anggaran.

Pasal 4

TATA CARA PENGADAAN

- (1) Pengadaan konsultan dilakukan melalui undangan internasional atau undangan nasional dengan cara:
 - (a) pelelangan dengan sistem dua sampul.
 - (b) pemilihan langsung.
- (2) Dalam hal dilakukan cara pelelangan dengan sistem dua sampul, maka:
 - (a) Dilakukan penetapan daftar rekanan terseleksi yang diundang (DRT-U) sekurangkurangnya 5 (lima) perusahaan konsultan, dan yang diusulkan sebagai calon pemenang 3 (tiga) perusahaan konsultan.
 - (b) Dalam penyusunan DRT-U, untuk undangan internasional, sekiranya dalam bidang tersebut telah ada perusahaan konsultan nasional yang bertaraf internasional, maka harus diikutsertakan paling sedikit 1 (satu) perusahaan konsultan nasional sebagai konsultan utama (lead firm). Apabila diperlukan, perusahaan konsultan nasional yang diusulkan menjadi konsultan utama tersebut diminta untuk bekerja sama dengan konsultan internasional untuk memperkuat kualifikasi.
 - (c) Pengajuan usulan dilakukan dengan sistem dua sampul. Sampul pertama berisi usulan teknis disertai persyaratan administrasi, dan sampul kedua berisi usulan biaya.
- (3) Untuk pelelangan dengan sistem dua sampul, tahapan pembukaan sampul dan evaluasi usulan dilakukan sebagai berikut:
 - (a) Tahap pertama: pembukaan sampul pertama. Pembukaan sampul pertama dilakukan dalam rapat Panitia Pengadaan Konsultan, yang selanjutnya disebut Panitia, di hadapan

- peserta pelelangan. Setelah pembacaan dan penetapan lengkap tidaknya dokumen usulan tersebut, Panitia segera membuat berita acara pembukaan dokumen usulan.
- (b) Tahap kedua: penilaian kelengkapan dan keabsahan syarat administrasi dan usulan teknis peserta. Hasil penilaian usulan teknis dibuat dalam bentuk nilai dan peringkat usulan teknis dari seluruh peserta lelang, untuk kemudian dicantumkan dalam berita acara penilaian usulan teknis. Usulan yang tidak memenuhi persyaratan administrasi dan/atau teknis (di bawah ambang batas) dikembalikan, termasuk usulan biaya (sampul kedua). Peringkat usulan teknis ini harus mendapat persetujuan dari pejabat yang berwenang.
- (c) Tahap ketiga: pembukaan sampul kedua. Tiga konsultan terbaik yang telah memenuhi nilai ambang batas persyaratan teknis diundang lagi untuk mengikuti pembukaan sampul kedua yang berisi usulan biaya, untuk kemudian dicantumkan dalam berita acara pembukaan usulan biaya.
- (d) Tahap keempat: penilaian usulan biaya. Usulan biaya tersebut dinilai secara rinci oleh panitia, yang dituangkan dalam berita acara penilaian usulan biaya. Pedoman penilaian usulan teknis dan usulan biaya dijelaskan pada Lampiran I surat keputusan ini.
- (e) Tahap kelima: penentuan peringkat akhir konsultan. Penetapan peringkat akhir dari 3 (tiga) konsultan terbaik yang telah memenuhi persyaratan teknis dilakukan dengan menggabungkan nilai usulan teknis dan nilai usulan biaya. Dalam menggabungkan kedua nilai tersebut, dilakukan pembobotan terhadap nilai usulan teknis dan nilai usulan biaya, dengan pembobotan sebagaimana dijelaskan dalam Lampiran II. Hasil penentuan peringkat akhir konsultan dimuat dalam berita acara penilaian peringkat akhir.
- (f) Tahap keenam: penetapan konsultan terpilih. Apabila usulan biaya peserta peringkat pertama tidak melebihi HPS, setelah dilakukan klarifikasi mengenai lingkup kerja, metode kerja dengan tanpa mengubah biaya keseluruhan yang ditawarkan, konsultan tersebut langsung diusulkan sebagai konsultan terpilih.
 - Dalam hal usulan biaya dari peserta peringkat pertama melebihi HPS, sepanjang masih di bawah RAB dan/atau tidak melebihi standar harga yang berlaku, maka dilakukan klarifikasi mengenai lingkup kerja, metode kerja, dan dilakukan analisis tertulis secara keahlian oleh panitia. Apabila tidak dicapai kesepakatan, klarifikasi dilakukan dengan konsultan peringkat kedua. Apabila dengan peserta peringkat kedua masih belum dicapai kesepakatan, maka dilakukan klarifikasi dengan peserta peringkat ketiga. Apabila dengan peringkat ketiga juga tidak tercapai kesepakatan, dilakukan lelang ulang. Hasil penetapan konsultan terpilih dimuat dalam berita acara penetapan konsultan terpilih.
- (g) Pembobotan antara usulan teknis dengan usulan biaya 100 : 0 (untuk pekerjaan jasa konsultansi yang sangat kompleks dengan tingkat kesulitan sangat tinggi), maka tahap ketiga sampai dengan tahap kelima tidak dilakukan. Selanjutnya, dilakukan tahapan keenam sebagaimana tersebut pada butir (f) di atas.
- (h) Dalam hal pembobotan antara usulan teknis dengan usulan biaya 0 : 100, konsultan dipilih berdasarkan harga penawaran terendah di antara 3 (tiga) konsultan terbaik yang telah memenuhi persyaratan ambang batas (passing grade). Cara pengadaan seperti ini tetap mengutamakan aspek kualifikasi teknis, mengingat usulan biaya baru akan dibuka setelah usulan teknis ditentukan peringkatnya. Undangan hanya dikirimkan kepada konsultan yang masuk DRT-U (shortlist).

- (4) Pengadaan konsultan dengan nilai sampai dengan Rp50.000.000 (lima puluh juta rupiah) dilakukan dengan cara pemilihan langsung dengan surat perintah kerja (SPK) dengan membandingkan sekurang-kurangnya tiga konsultan yang tercatat dalam DRM.
- (5) Pengadaan konsultan dengan cara pemilihan langsung terhadap sekurang-kurangnya tiga perusahaan konsultan atau konsultan perorangan dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:
 - (a) Penilaian terhadap konsultan yang akan diundang sesuai dengan kualifikasi dan klasifikasi serta lingkup pekerjaan yang akan dilaksanakan.
 - (b) Pengiriman undangan kepada sekurang-kurangnya 3 (tiga) perusahaan konsultan/konsultan perorangan yang dinilai memenuhi persyaratan dengan melampirkan KAK.
 - (c) Pengajuan usulan dari konsultan yang diundang yang menyangkut pengertian terhadap tujuan proyek/kegiatan, biaya, waktu penyelesaian, metodologi, dan pendekatan sesuai dengan KAK.
 - (d) Penilaian terhadap usulan teknis dan usulan biaya konsultan yang memasukkan usulan dalam bentuk nilai dan peringkat.
 - (e) Dilakukan negosiasi teknis dan biaya dengan konsultan peringkat pertama agar diperoleh biaya yang wajar. Apabila dalam negosiasi dengan konsultan peringkat pertama tidak dapat dicapai kesepakatan, dilakukan negosiasi dengan konsultan peringkat kedua, dan apabila dengan konsultan peringkat kedua juga tidak dicapai kesepakatan, maka dilakukan negosiasi dengan konsultan peringkat ketiga.
- (6) Pengadaan jasa konsultansi dengan cara pemilihan langsung yang dapat langsung ditunjuk konsultannya:
 - (a) Untuk pekerjaan spesifik, mendesak, akibat bencana alam atau telah dilakukan satu kali undangan tetapi gagal, dengan cara mengupayakan memilih dari sekurang-kurangnya tiga usulan, dengan tahapan pemilihan sebagaimana Pasal 4 ayat (5) di atas.
 - (b) Untuk pekerjaan lanjutan yang telah ada harga standarnya atau karena homogenitasnya, perlu dijaga kontinuitas pelaksanaannya (lanjutan satu kesatuan penugasan), pekerjaan tambahan yang tidak dapat dielakkan dalam rangka penyelesaian pekerjaan semula yang tidak lebih dari sepuluh persen dari harga yang tercantum dalam kontrak, penelitian atau pemrosesan data oleh universitas/institut negeri atau lembaga ilmiah pemerintah.
- (7) Dalam hal pemilihan langsung kepada konsultan perorangan, harus dipenuhi persyaratan persyaratan sebagai berikut:
 - (a) Jasa konsultansi tersebut bukan merupakan proyek/kegiatan secara utuh yang berdiri sendiri.
 - (b) Jasa konsultansi tersebut harus bersifat tugas-tugas khusus, mengembangkan organisasi/lembaga, *review* studi sektoral, atau membantu instansi pelaksana dalam memberikan masukan/nasihat dalam pelaksanaan proyek/kegiatan.
 - (c) Pekerjaan hanya memungkinkan dilakukan oleh seorang yang sangat ahli di bidangnya. Keahlian tersebut dibuktikan dengan akreditasi dari asosiasi profesi yang diakui di negara masing-masing atau akreditasi dari asosiasi profesi yang telah diakui pemerintah atau lembaga tertentu yang ditunjuk pemerintah.
 - (d) Pelaksanaan pekerjaan yang ditugaskan tidak memerlukan kerja kelompok (*team work*) untuk penyelesaiannya.

328 Manajemen Proyek

(e) Pemberi tugas mempunyai kepastian bahwa konsultan perorangan yang ditunjuk akan mampu menyelesaikan penugasannya ditinjau dari segi teknis, waktu, dan biaya.

(f) Unit biaya langsung personil yang dipergunakan tidak melebihi 60 persen unit biaya langsung personil yang tercantum dalam Pedoman Satuan Harga Umum yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan Departemen Keuangan, sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 ayat (4) keputusan ini.

Pasal 5

PERSYARATAN TENAGA AHLI

Tenaga ahli yang akan ditugaskan harus memenuhi persyaratan sebagai berikut:

- (1) Lulusan perguruan tinggi negeri atau perguruan tinggi swasta yang telah disamakan atau perguruan tinggi swasta dengan status lain yang telah mengikuti ujian negara, atau perguruan tinggi luar negeri yang telah diakreditasi.
- (2) Tenaga ahli yang bekerja sebagai konsultan perorangan harus sudah menjadi anggota dan mendapatkan akreditasi dari asosiasi profesi yang diakui negara masing-masing.
- (3) Membuat riwayat hidup (curriculum vitae) yang harus ditulis dengan teliti dan benar, ditandatangani oleh yang bersangkutan, diketahui oleh pimpinan perusahaan (kecuali konsultan perorangan), dan dilampiri dengan copy ijazah yang dipergunakan sebagai dasar untuk perhitungan pengalaman kerja.
- (4) Membuat surat pernyataan kesediaan untuk ditugaskan, di atas kertas bermaterai dan dilampirkan dalam usulan teknis yang diajukan.
- (5) Tidak boleh meninggalkan tempat dan tugas pekerjaan selama masa penugasan sesuai dengan apa yang tercantum dalam kontrak, kecuali dengan persetujuan/ijin pimpinan proyek.
- (6) Tidak boleh melaksanakan jasa konsultansi lain pada waktu bersamaan yang mengurangi waktu keterlibatan dalam tugasnya yang disebutkan dalam kontrak.

Pasal 6

KONTRAK

Surat perjanjian /kontrak sekurang-kurangnya memuat ketentuan-ketentuan yang jelas mengenai:

- (1) Lingkup pekerjaan, jangka waktu pelaksanaan pekerjaan, tanggal dimulai dan diakhirinya kontrak, dan syarat-syarat berlakunya kontrak.
- (2) Rincian tanggung jawab konsultan, instansi pelaksana, serta hak dan kewajiban kedua belah pihak. Dalam hal konsultan melakukan kerja sama harus dinyatakan tanggung jawab masing-masing konsultan.

- (3) Jumlah biaya keseluruhan, jumlah tenaga ahli, jenis tenaga ahli, unit biaya langsung personil, jadwal kerja tenaga ahli dan staf konsultan, dan unit biaya-biaya langsung nonpersonil.
- (4) Mata uang yang dipergunakan untuk biaya personil harus mata uang negara asal perusahaan jasa konsultansi atau tenaga ahli konsultan untuk konsultan perorangan dan/atau Rupiah.
- (5) Syarat pembayaran (terms of payment), dan mata uang yang digunakan dalam pembayaran.
- (6) Penggunaan bahasa dalam kontrak untuk jasa konsultansi yang pendanaannya mempergunakan bantuan/pinjaman luar negeri dengan undangan internasional, adalah bahasa Indonesia dan bahasa Inggris.
- (7) Pencantuman ketentuan penggunaan unit biaya langsung personil dan unit biaya langsung nonpersonil apabila terjadi perpanjangan kontrak kerja atau perpanjangan masa penugasan tenaga ahli, atau penggantian personil, karena adanya hal-hal yang tidak bisa dihindarkan, di mana unit biaya tersebut tidak boleh melebihi unit biaya yang tercantum dalam Pedoman Satuan Harga Umum yang dikeluarkan oleh Badan Perencanaan Pembangunan Nasional dan Departemen Keuangan, sebagaimana dimaksud Pasal 3 ayat (4) keputusan ini.
- (8) Tanggung jawab profesi (*professional responsibilities/liabilities*) terhadap jasa konsultansi yang ditanganinya berupa perbaikan hasil kerjanya sesuai KAK tanpa meminta tambahan biaya, atau apabila hasilnya ternyata tidak dapat diterima sama sekali, maka konsultan tersebut harus mengembalikan biaya sebesar biaya langsung personil tenaga ahli yang telah diterimanya.

Pasal 7

HAL-HAL LAIN

- (1) Perusahaan konsultan dan tenaga ahlinya harus bebas dari pertentangan kepentingan antara yang bersangkutan dan kepentingan proyek/kegiatan yang ditanganinya, antara lain tidak berafiliasi dengan pemborong/pemasok dari proyek/kegiatan bersangkutan, pemimpin proyek, dan sebagainya.
- (2) Tenaga ahli yang terlibat dalam suatu tugas tertentu menerima dari perusahaan konsultannya berupa penghasilan, yang terdiri dari gaji dasar dan tunjangan-tunjangan lainnya, yang sekurang-kurangnya sama dengan 35% (tiga puluh lima persen) dari besarnya unit biaya personil yang tertera dalam kontrak.
- (3) Perusahaan konsultan atau tenaga ahli dibayar sesuai dengan jumlah waktu tenaga ahli yang sebenarnya terpakai dalam proyek/kegiatan yang ditanganinya.
- (4) Data riwayat hidup tenaga ahli, surat pernyataan dan copy ijazah tenaga ahli yang tidak benar, menyebabkan konsultan yang bersangkutan diberi sanksi berupa:
 - Tenaga ahli yang bersangkutan di-black list dan diganti, dan/atau
 - Perusahaan konsultan tersebut di-black list dalam wilayah operasinya sesuai dengan klasifikasi (bidang usaha/keahlian) dan kualifikasi (golongannya), dan dikeluarkan dari DRM, selama 1 (satu) tahun, dan/atau
 - Kontrak dibatalkan (sepanjang pembatalan kontrak ini tidak merugikan negara).

330 Manajemen Proyek

(5) Untuk menjaga dipatuhinya ketentuan dalam keputusan ini, akan dilakukan pemeriksaan, pengawasan, dan penelitian, sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Pasal 8

PENUTUP

- (1) Dengan dikeluarkannya surat keputusan ini, ketentuan lain yang sama atau lebih rendah tingkatnya yang bertentangan dengan ketentuan dalam surat keputusan ini dicabut.
- (2) Segala ketentuan dalam keputusan ini berlaku juga untuk proyek/kegiatan yang mendapat bantuan proyek, bantuan teknik, dan/atau bantuan luar negeri lainnya, kecuali ditetapkan dalam dokumen/naskah pinjaman luar negeri.
- (3) Hal-hal yang tidak diatur dalam surat keputusan ini sepenuhnya mengikuti kepada Keputusan Presiden Nomor 16 Tahun 1994.
- (4) Surat keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan.

Ditetapkan di : Jakarta

Pada tanggal: 4 Juli 1994

MENTERI NEGARA
PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL/
KETUA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL

ttd.

GINANJAR KARTASASMITA

LAMPIRAN I SURAT KEPUTUSAN MENTERI NEGARA PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL/ KETUA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL

Nomor: KEP.122/KET/7/1994 Tanggal: 4 Juli 1994

PEDOMAN PENILAIAN USULAN TEKNIS DAN USULAN BIAYA

Tujuan penilaian suatu usulan jasa konsultansi adalah untuk mendapatkan usulan yang paling sesuai dengan keperluan (suitable) berdasarkan kualifikasi teknis untuk melaksanakan pekerjaan, bukan untuk mendapatkan konsultan yang paling berpengalaman, paling dikenal, ataupun yang bereputasi paling baik. Pengadaan jasa konsultansi juga mempertimbangkan faktor penggunaan jasa dan produksi dalam negeri secara maksimal (termasuk penggunaan tenaga ahli bangsa Indonesia), dan metoda kerja yang paling menguntungkan negara dan kepentingan nasional.

Pedoman ini memuat tata cara penilaian cara pengadaan dengan sistem dua sampul, baik untuk undangan internasional maupun undangan nasional dan pemilihan langsung.

A. UMUM

- 1. Penilaian usulan teknis dan usulan biaya dilakukan pada sidang tertutup yang dihadiri oleh Panitia Pengadaan yang dibentuk untuk keperluan pengadaan dimaksud.
- 2. Usulan teknis dan usulan biaya yang dinilai adalah usulan teknis dan usulan biaya dari konsultan yang telah memenuhi persyaratan administrasi yang ditentukan.
- 3. Sebelum dilakukan penilaian, harus ditetapkan terlebih dahulu dan diinformasikan kepada seluruh konsultan yang diundang mengenai:
 - Bobot antara usulan teknis dan usulan biaya.
 - Unsur dan sub unsur usulan teknis dan usulan biaya yang akan dinilai.
 - Besaran nilai yang digunakan untuk masing-masing unsur dan sub unsur serta nilai bobotnya masing-masing.
 - Nilai ambang batas minimal persyaratan teknis (passing grade).

B. KRITERIA PENILAIAN USULAN TEKNIS

Penilaian usulan teknis dilakukan dengan cara memberikan nilai angka terhadap dokumen usulan teknis dengan memperlihatkan bobot yang diberikan pada unsur-unsur yang dinilai.

Unsur-unsur pokok yang dinilai adalah: Pengalaman perusahaan, pendekatan dan metodologi, serta kualifikasi tenaga ahli.

Dalam penilaian ketiga unsur di atas perlu diperhatikan pentingnya aspek pengenalan (familiarity) atas tata cara, aturan situasi, kondisi (custom), dan bahasa di Indonesia. Usulan yang mengandung personil yang lebih memahami aspek-aspek tersebut di atas diberikan nilai lebih tinggi.

Penilaian dilakukan dengan pembobotan dari masing-masing unsur dengan jumlah maksimum 100 dan rentang pembobotan masing-masing unsur dapat diberikan sebagai berikut

	Jnsur	Bobot (%)
a.	Pengalaman perusahaan	10 – 20
b.	Pendekatan dan metodologi	20 - 45
c.	Kualifikasi tenaga ahli	45 – 70

Penetapan bobot yang digunakan untuk masing-masing unsur, dalam rentang tersebut di atas berdasarkan jenis pekerjaan jasa yang akan dilaksanakan. Untuk jasa studi analisis perlu diberikan penekanan kepada pengalaman perusahaan dan pendekatan metodologi, sedangkan untuk jasa supervisi dan perencanaan teknis penekanan lebih diberikan kepada kualifikasi tenaga ahli.

a. Pengalaman perusahaan:

Penilaian dilakukan atas pengalaman perusahaan dalam melaksanakan pekerjaan sejenis dengan pekerjaan yang akan ditangani, dalam 10 (sepuluh) tahun terakhir. Pengalaman kerja di Indonesia mendapat nilai tambahan. Pengalaman tersebut diuraikan secara jelas dengan mencantumkan informasi: nama proyek/kegiatan, lingkup dan data proyek/kegiatan secara singkat, lokasi, pemberi tugas, nilai, dan waktu pelaksanaan menyebutkan bulan dan tahun. Di samping itu, penilaian juga dilakukan terhadap jumlah proyek/pekerjaan yang sedang dilaksanakan oleh perusahaan, di samping untuk mengukur pengalaman juga dapat dipergunakan untuk mengukur kemampuan/kapasitas perusahaan yang bersangkutan dalam melaksanakan tugasnya.

Subunsur yang dinilai, antara lain:

- a.1. Pengalaman melaksanakan proyek/kegiatan sejenis selama 10 tahun terakhir.
- a.2. Pengalaman melaksanakan proyek/kegiatan di Indonesia.
- a.3. Pengalaman manajerial dan fasilitas pendukung.
- a.4. Kapasitas perusahaan apabila memenangkan pelelangan, dengan memperhatikan pekerjaan yang sedang dilaksanakan, jumlah tenaga ahli tetap, fasilitas pendukung seperti komputer, kantor, perlengapan laboratorium, peralatan survei, dan lain-lain.

b. Pendekatan dan metodologi:

Dimaksudkan untuk menilai pemahaman konsultan atas lingkup pekerjaan/jasa layanan yang diminta, pemahaman atas sasaran/tujuan, kualitas metodologi, dan hasil kerja.

Subunsur yang dinilai, antara lain:

b.1. Pemahaman atas jasa layanan yang diminta, penilaian meliputi antara lain: pengertian terhadap tujuan proyek/kegiatan, lingkup serta jasa konsultansi yang diperlukan (aspekaspek utama yang diindikasikan dalam KAK), mengenal situasi lapangan secara baik.

b.2. Kualitas metodologi, penilaian meliputi antara lain ketepatan menganalisis masalah dan langkah pemecahan yang diusulkan dengan tetap mengacu kepada persyaratan KAK, konsistensi antara metodologi dengan rencana kerja, apresiasi terhadap inovasi, tanggapan terhadap KAK, khususnya mengenai data yang tersedia, orang-bulan (man month) tenaga ahli, uraian tugas, jangka waktu pelaksanaan, laporan-laporan yang diisyaratkan, jenis keahlian serta jumlah tenga ahli yang diperlukan, program kerja, jadwal pekerjaan, jadwal penugasan, organisasi, kebutuhan orang-bulan dan kebutuhan fasilitas penunjang.

c. Kualifikasi tenaga ahli:

Panilaian dilakukan atas tenaga ahli konsultan yang diusulkan untuk melaksanakan pekerjaan dengan memperhatikan jenis keahlian, persyaratan, serta jumlah tenaga yang telah diperkirakan di dalam KAK.

Subunsur yang dinilai, antara lain:

- c.1. Kualifikasi pendidikan (tingkat pendidikan formal yang dimiliki, misalnya D-II, S-1, S-2, S-3, atau jenjang pendidikan lainnya yang setara dari perguruan tinggi negeri atau perguruan tinggi swasta yang disamakan atau perguruan tinggi luar negeri yang mendapatkan akreditas dari Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi).
- c.2. Kualifikasi harus sesuai dengan yang diisyaratkan dalam KAK, kualifikasi dari tenaga ahli yang kurang dari persyaratan tidak diterima, sedang yang melebihi kualifikasi dari persyaratan tidak selalu memperoleh tambahan nilai.
- c.3. Lain-lain: penguasaan bahasa Inggris, bahasa Indonesia (bagi konsultan asing), dan sebagainya.

C. KRITERIA PENILAIAN USULAN BIAYA

Penilaian yang dilakukan oleh panitia meliputi 2 (dua) unsur pokok, yaitu: biaya keseluruhan dan keseimbangan dan kewajaran perbandingan biaya unsur pokok pekerjaan (major item).

Pembobotan dengan bobot maksimum 100 untuk unsur-unsur yang dinilai, dapat diberikan rentang sebagai berikut:

	Unsur	Bobot (%)
a.	Biaya keseluruhan	80 - 90
b.	Keseimbangan dan kewajaran perbandingan biaya unsur pokok pekerjaan	10 – 20
c.	Penilaian biaya keseluruhan	

a. Biaya keseluruhan

Biaya terendah dan di bawah HPS, mendapatkan penilaian terbaik (score 100). Sedangkan, usulan biaya yang lain secara matematis dapat dihitung dengan mengacu kepada biaya terendah tersebut dinilai dengan perumusan sebagai berikut:

 $NUB = UBT \times 100$

Di mana, NUB = Nilai (score) usulan biaya

UBT = Usulan biaya terendah

UBD = Usulan biaya yang dievaluasi

Contoh dari penggunaan rumus di atas adalah sebagai berikut:

Konsultan	Usulan Biaya	Nilai
A	220.000	72,70
В	160.000	100,00
C	180.000	88,90
D	240.000	66,67

b. Keseimbangan dan kewajaran perbandingan biaya unsur pokok pekerjaan:

Kesesuaian antara metodologi dan rencana kerja dengan struktur pembiayaan, dengan rentang nilai (score) 0 sampai dengan 100.

c. Nilai (score) gabungan usulan biaya dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

Perhitungan nilai (score) gabungan usulan biaya dilakukan dengan rumus sebagai berikut:

 $NGUB = (NUB \times Bobotnya) + (NKUB \times Bobotnya)$

di mana, NGUB = Nilai (score) gabungan usulan biaya

NUB = Nilai (score) usulan biaya

NKUB = Nilai (score) keseimbangan dan kewajaran usulan biaya

D. PENILAIAN AKHIR DAN PEMBUATAN PERINGKAT

Dari hasil penilaian usulan teknis dibuat peringkat penilaian usulan teknis, dan dipilih maksimal 3 (tiga) konsultan dengan peringkat teratas yang malampaui ambang batas (passing grade). Dalam hal calon konsultan yang melampaui ambang batas kurang dari 3 (tiga) konsultan, maka yang dinilai usulan biayanya hanya yang melampaui ambang batas. Selanjutnya, dari hasil penilaian usulan biaya dibuat peringkat penilaian biaya yang kemudian digabungkan dengan peringkat penilaian usulan teknis untuk mendapatkan peringkat akhir. Hasil dari peringkat akhir tersebut yang akan dijadikan dasar untuk pengusulan pemenang. Rumusan untuk membuat nilai akhir adalah sebagai berikut:

NILAI AKHIR = (Nilai Usulan Teknis × Bobot Usulan Teknis) + (Nilai Gabungan Usulan Biaya × Bobot Usulan Biaya)

E. PEMBUATAN BERITA ACARA

Setelah kegiatan penilaian usulan teknis selesai, Panitia Lelang membuat berita acara hasil penilaian usulan teknis. Kemudian setelah kegiatan penilaian usulan biaya selesai, panitia membuat berita acara hasil penilaian usulan biaya, dan selanjutnya dibuat berita acara untuk hasil penilaian akhir. Ketiga berita acara tersebut, antara lain memuat hal-hal sebagai berikut:

- Tanggal pelaksanaan penilaian.
- Pedoman penilaian yang dipergunakan.
- Hasil penilaian termasuk peringkat.
- Surat pengusulan untuk pemilihan pemenang.

F. KLASIFIKASI DAN NEGOSIASI

Lihat pasal 4 ayat (3) huruf f dan ayat (5) huruf e Surat Keputusan Menteri Negara Perencanaan Pembangunan Nasional/Ketua Badan Perencanaan Pembangunan Nasional tentang Pedoman Mengenai Tata-cara Pengadaan dan Biaya *Jasa Konsultansi* (cukup jelas).

LAMPIRAN II SURAT KEPUTUSAN MENTERI NEGARA PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL/ KETUA BADAN PERENCANAAN PEMBANGUNAN NASIONAL

Nomor: KEP.122/KET/7/1994

Tanggal: 4 Juli 1994

PEDOMAN PEMBOBOTAN USULAN TEKNIS DAN USULAN BIAYA

- 1. Pengadaan Jasa Konsultansi sedapat mungkin juga dilakukan dengan mempertimbangkan faktor biaya. Pertimbangan faktor biaya tersebut dicerminkan dengan dilakukannya pembobotan dalam penelitian usulan teknis dan usulan biaya pada proses penilaiannya.
- 2. Jasa konsultansi yang pendanaannya, sebagian atau seluruhnya, mempergunakan bantuan/pinjaman luar negeri, besaran bobot usulan teknis dan usulan biaya ditetapkan oleh pejabat eselon I departemen/lembaga/direksi BUMN/BUMD yang bersangkutan.
- 3. Jasa konsultansi yang pendanaannya sepenuhnya mempergunakan dana rupiah murni, besaran bobot usulan teknis dan usulan biaya adalah 0 : 100.
- 4. Besaran bobot usulan teknis dan bobot usulan biaya yang dianjurkan untuk jasa konsultansi yang pendanaannya sebagian atau seluruhnya mempergunakan dana bantuan/pinjaman luar negeri adalah sebagai berikut:

Bobot Teknis (%)	Bobot Biaya (%)	
100	0	Untuk pekerjaan jasa konsultansi yang kompleks dan tingkat kesulitannya tinggi, atau kondisi tertentu.
85	15	Untuk pekerjaan jasa konsultansi yang tingkat kesulitannya sedang.
70	30	Untuk pekerjaan jasa konsultansi yang sederhana.

Apendiks IV

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP

KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP REPUBLIK INDONESIA NOMOR: KEP-11/MENLH/3/94

TENTANG

JENIS USAHA ATAU KEGIATAN YANG WAJIB DILENGKAPI DENGAN ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP

Menimbang

bahwa untuk melaksanakan Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 1993 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan perlu ditetapkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang jenis Usaha atau Kegiatan yang wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.

Mengingat

- : 1. Undang-undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara R.I. Nomor 12 Tahun 1982, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.215).
 - 2. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara R.I. Nomor 49 Tahun 1990, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.419).
 - 3. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara R.I. Nomor 115 Tahun 1992, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.501).
 - 4. Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara R.I. Nomor 34, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.409)
 - Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 1993 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Lembaran Negara R.I. Nomor 84 Tahun 1993, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.538).
 - 6. Keputusan Presiden R.I. Nomor 23 Tahun 1990 tentang Badan Pengendalian Dampak Lingkungan.
 - 7. Keputusan Presiden R.I. Nomor 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung.
 - 8. Keputusan Presiden R.I. Nomor 44 Tahun 1993 tentang Kedudukan, Tugas Pokok, Fungsi, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Menteri Negara.
 - 9. Keputusan Presiden R.I. Nomor 96/M Tahun 1993 tentang Pembentukan Kabinet Pembangunan VI.

Kelima

Memperhatikan

- Surat Menteri Negara Lingkungan Hidup/Kepala BAPEDAL kepada para Menteri/Pimpinan Lembaga Pemerintah Nondepartemen terkait Nomor B-2335/MENLH/12/93 sampai dengan Nomor B-2347/ MENLH/12/93 tentang Konsep Kriteria Kegiatan Wajib AMDAL.
 - 2. Saran dan pendapat dari para Menteri/Pimpinan Lembaga Pemerintah Nondepartemen yang terkait sebagaimana tersebut pada butir 1 di atas baik secara lisan maupun tertulis.

MEMUTUSKAN:

Menetapkan : KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG JENIS USAHA ATAU KEGIATAN YANG WAJIB DILENGKAPI DENGAN

ANALISIS MENGENAI DAMPAK LINGKUNGAN.

Pertama : Jenis Usaha Atau Kegiatan yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai

Dampak Lingkungan adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran I

Keputusan ini.

Kedua : Jenis usaha atau kegiatan yang tidak termasuk dalam Lampiran I Keputusan ini tetapi lokasinya berbatasan langsung dengan kawasan lindung seperti

disebut dalam Lampiran II Keputusan ini, wajib dilengkapi dengan Analisis

Mengenai Dampak Lingkungan.

Ketiga : Jenis usaha atau kegiatan yang tidak termasuk dalam Lampiran I Keputusan ini tetapi dapat merubah fungsi dan/atau peruntukan suatu kawasan lindung seperti disebut pada Diktum kedua Keputusan ini, wajib dilengkapi dengan

Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.

Keempat : Jenis usaha atau kegiatan yang tidak termasuk dalam Lampiran I Keputusan ini tetapi berada di kawasan lindung yang disebut dalam Diktum kedua

Keputusan ini setelah berubah peruntukannya menurut perundangan yang

berlaku, wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.

Apabila dalam pelaksanaan, Instansi yang bertanggung jawab mempunyai

keraguan tentang rencana usaha atau kegiatan yang tidak terdapat dalam Lampiran I Keputusan ini, maka Instansi tersebut wajib meminta kepastian penetapan wajib AMDAL kepada Menteri Negara Lingkungan Hidup secara

tertulis.

Keenam : Menteri Negara Lingkungan Hidup akan memberikan keputusan terhadap

usulan sebagaimana disebut dalam Diktum keempat.

Ketujuh : Jenis Usaha atau Kegiatan Yang Wajib Dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan sebagaimana dimaksud dalam Lampiran I Keputusan

Dampak Lingkungan sebagaimana dimaksud dalam Lampiran I Keputusan ini akan ditinjau secara keseluruhan atau sebagian sekurang-kurangnya sekali

dalam 5 (lima) tahun.

Kedelapan : Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan, dan bilamana di

kemudian hari terdapat kekeliruan, maka Keputusan ini akan ditinjau

kembali.

Ditetapkan di : Jakarta

Pada tanggal: 19 MARET 1994

Menteri Negara Lingkungan Hidup,

ttd.

SARWONO KUSUMAATMADJA

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup/ Kepala Badan Pengendalian Dampak Lingkungan LAMPIRAN I:

Nomor: KEP-11/MENLH/3/94 Tanggal: 19 MARET 1994

DAFTAR KEGIATAN WAJIB AMDAL

NO.	JENIS KEGIATAN	BESARAN
I.	BIDANG PERTAMBANGAN DAN ENERGI 1. Luas wilayah pertambangan umum terhadap eksploitasi Produksi: — Batu bara — Bijih Primer — Bijih Sekunder — Bahan galian bukan logam atau bahan galian Gol. C — Bahan galian radioaktif, termasuk pengolahan, penambangan dan pemurnian 2. Transmisi 3. PLTD/PLTG/PLTU/PLTGU 4. PLTA semua jenis dan ukuran kecuali PLTM dan jenis aliran listrik langsung 5. PLTP 6. Pusat listrik dari jenis lain	≥ 200 ha dan/atau ≥ 200.000 ton/tahun ≥ 60.000 ton/tahun ≥ 100.000 ton/tahun ≥ 300.000 m3/tahun > 150 KV ≥ 100 MW ≥ 55 MW ≥ 5 MW
	7. Eksploitasi minyak/gas bumi 8. Pengolahan (kilang) 9. Transmisi minyak/gas bumi	≥ 25 km
II.	BIDANG KESEHATAN 1. Rumah sakit kelas A 2. Rumah sakit yang setara dengan kelas A atau kelas I 3. Rumah sakit 4. Rumah sakit dengan pelayanan spesialisasi lengkap/menyeluruh 5. Industri farmasi yang membuat bahan baku obat dengan proses penuh	≥ 400 kamar
III.	BIDANG PEKERJAAN UMUM 1. Pembangunan bendungan atau waduk 2. Pengembangan daerah irigasi 3. Pengembangan daerah rawa pasang surut/lebak 4. Pengamanan pantai, di kota besar 5. Perbaikan sungai, di kota besar 6. Kanalisasi/kanal banjir di kota besar 7. Kanalisasi selain no. 6 (pantai, rawa, atau lainnya)	tinggi ≥ 15 m atau luas genangan ≥ 100 ha luas yang diairi ≥ 2.000 ha luas ≥ 5.000 penduduk ≥ 500.000 penduduk panjang ≥ 5 km atau lebar ≥ 20 m panjang ≥ 25 km atau lebar ≥ 50 m
	 Pembangunan jalan tol dan jalan layang Pembangunan jalan raya 	panjang > 25 km

NO.	JENIS KEGIATAN	BESARAN
	10. Pembangunan dan peningkatan jalan dengan pelebaran di luar daerah milik jalan kota besar dan metropolitan yang berfungsi arteri atau kolektor	panjang > 5 km atau luas ≥ 5 ha
	 Pengolahan sampah dengan incinerator Pembuangan sampah dengan sistem control landfill dan sanitary landfill Pembuangan sampah dengan sistem open dumping Pembuangan sistem drainase dengan saluran di kota metropolitan dan besar 	≥ 800 ton/ha ≥ 800 ton/ha ≥ 80 ton/ha saluran primer panjang ≥ 5 km
	15. Air limbah: Pembangunan IPAL untuk pemukiman pembangunan sistem sewerage	luas ≥ 50 ha pelayanan ≥ 2.500 ha
	16. Pengambilan air dari danau, sungai, mata air, atau sumber air lainnya17. Pembangunan perumahan dan pemukiman umum18. Peremajaan kota19. Gedung bertingkat/apartemen	debit $\geq 2 \text{ m}^3/\text{det}$ luas $\geq 200 \text{ ha}$ luas $\geq 5 \text{ ha}$ tinggi $\geq 60 \text{ m}$
IV.	BIDANG PERTANIAN 1. Usaha tambak udang/ikan 2. Pencetakan sawah, pada kawasan hutan 3. Usaha perkebunan tanaman tahunan 4. Bidang pertanian tanaman semusim	luas ≥ 50 ha luas ≥ 1.000 ha luas ≥ 10.000 ha luas ≥ 5.000 ha
V.	BIDANG PARPOSTEL 1. Hotel 2. Padang golf 3. Taman rekreasi 4. Kawasan pariwisata	≥ 200 kamar atau luas ≥ 5 ha ≥ 100 ha
VI.	BIDANG TRANSMIGRASI DAN PEMUKIMAN PERAMBAH HUTAN 1. Rencana kegiatan pembangunan pemukiman transmigrasi Keterangan: Jenis transmigrasi umum Usaha pokok tanaman pangan dan/atau perkebunan Lingkungan studi : SKP	luas ≥ 3.000 ha
VII.	BIDANG PERINDUSTRIAN 1. Industri semen (yang dibuat melalui produksi klinker) 2. Industri pulp dan kertas 3. Industri pupuk kimia (sintetis) 4. Industri petrokimia 5. Industri peleburan baja 6. Industri peleburan timah hitam (Pb) 7. Industri peleburan tembaga (Cu) 8. Industri pembuatan aluminium	

NO.	JENIS KEGIATAN	BESARAN
	 Industri peleburan baja paduan Industri alumunium ingot Industri pembuatan pellet dan sponge Industri pig iron 	
	 13. Industri fero alloy 14. Kawasan industri 15. Industri galangan kapal 16. Industri pesawat terbang 17. Industri kayu lapis terintegrasi 18. Industri senjata, amunisi, dan bahan peledak 19. Industri penghasil pestisida primer 	produksi ≥ 3.000 DWT lengkap dengan fasilitas penunjang- nya, antara lain industri perekat
VIII.	20. Industri baterai BIDANG PERHUBUNGAN 1. Pembangunan jaringan jalan kereta api dan fasilitasnya 2. Pembangunan sub way	panjang ≥ 25 km
	 Pelabuhan kelas I, II, III beserta fasilitasnya Pelabuhan khusus Reklamasi pantai Pengerukan laut Daerah kerja (kawasan) pelabuhan Bandar udara beserta fasilitasnya 	luas ≥ 25 ha volume ≥ 100.000 m³
IX.	BIDANG PERDAGANGAN 1. Pusat perdagangan/perbelanjaan relatif terkonsentrasi	luas ≥ 5 ha atau luas bangunan ≥ 10.000 m²
X.	BIDANG PERTAHANAN DAN KEAMANAN 1. Pembangunan gudang amunisi Gudang pusat amunisi dan gudang amunisi daerah 2. Pembangunan pangkalan angkatan laut 3. Pembangunan pangkalan angkatan udara 4. Pusat latihan tempur/lapangan tembak senjata	kelas A, B, C kelas A, B, C atau yang setara luas ≥ 10.000 ha
XI.	BIDANG PENGEMBANGAN TENAGA NUKLIR 1. Pembangunan dan pengoperasian reaktor nuklir - Reaktor daya - Reaktor penelitian 2. Pembangunan dan pengoperasian instalasi nuklir nonreaktor: - Pabrikasi bahan bakar nuklir - Pengelolaan limbah radioaktif - Iradiator, aktivitas sumber - Produksi radioisotop untuk semua instalasi	≥ 100 KWt produksi ≥ 50 elemen bakar/tahun semua instalasi ≥ 1.850 TBq (5.000 Ci)

NO.	JENIS KEGIATAN	BESARAN
XII.	BIDANG KEHUTANAN 1. Pembangunan taman safari 2. Pembangunan kebun binatang 3. Hak pengusahaan hutan (HPH) 4. Hak pengusahaan hutan sagu 5. Hak pengusahaan hutan tanaman industri (HTI) 6. Pengusahaan pariwisata alam di dalam: taman wisata alam, taman buru, taman laut, taman nasional, dan taman hutan raya	≥ 250 ha ≥ 100 ha
XIII.	BIDANG PENGENDALIAN BAHAN BERBAHAYA DAN BERACUN Pembangunan fasilitas pengolah limbah B-3	
XIV.	BIDANG KEGIATAN TERPADU/MULTISEKTOR Usaha atau kegiatan yang terdiri dari lebih dari satu kegiatan wajib AMDAL yang saling terkait dan melibatkan kewenangan lebih dari satu instansi yang bertanggung jawab serta berada dalam satu kesatuan hamparan ekosistem.	

LAMPIRAN II : Keputusan Menteri Negara Lingkungan

Hidup

Nomor : KEP-11/MENLH/3/1994

Tanggal: 19 MARET 1994

DAFTAR KAWASAN LINDUNG

Kawasan Lindung yang dimaksud dalam Penjelasan Pasal 7 ayat (1) Undang-Undang Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang dan Pasal 37 Keputusan Presiden R.I. Nomor 32 Tahun 1990 tentang Pengelolaan Kawasan Lindung, adalah sebagai berikut:

- 1. Kawasan Hutan Lindung
- 2. Kawasan Bergambut
- 3. Kawasan Resapan Air
- 4. Sempadan Pantai
- 5. Sempadan Sungai
- 6. Kawasan Sekitar Danau/Waduk
- 7. Kawasan Sekitar Mata Air
- 8. Kawasan Suaka Alam (terdiri dari Cagar Alam, Suaka Margasatwa, Hutan Wisata, Daerah Perlindungan Plasma Nutfah, dan Daerah Pengungsian Satwa)
- 9. Kawasan Suaka Alam Laut dan Perairan lainnya (termasuk perairan laut, perairan darat, wilayah pesisir, muara sungai, gugusan karang atau terumbu karang, dan/atau yang mempunyai ciri khas berupa keragaman dan/atau keunikan ekosistem)
- 10. Kawasan Pantai Berhutan Bakau (mangrove)
- 11. Taman Nasional
- 12. Taman Hutan Raya
- 13. Taman Wisata Alam
- 14. Kawasan Cagar Budaya dan Ilmu Pengetahuan (termasuk daerah karst berair, daerah dengan budaya masyarakat istimewa, daerah lokasi situs purbakala atau peninggalan sejarah yang bernilai tinggi)
- 15. Kawasan Rawan Bencana Alam

Apendiks V

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP

KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP REPUBLIK INDONESIA NOMOR: KEP. 12/MENLH/3/94

TENTANG

PEDOMAN UMUM UPAYA PENGELOLAAN LINGKUNGAN DAN UPAYA PEMANTAUAN LINGKUNGAN

MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP

Menimbang:

- 1. bahwa dalam Penjelasan Pasal 2 ayat (2) Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 1993 Tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan disebutkan bahwa menunjang pembangunan yang berwawasan lingkungan, bagi rencana usaha atau kegiatan yang tidak wajib dilengkapi dengan AMDAL tetap diharuskan melakukan Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL).
- bahwa untuk melaksanakan Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 1993 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan Hidup tentang Pedoman Umum Upaya Pengelolaan Umum, Upaya Pengelolaan Lingkungan, dan Upaya Pemantauan Lingkungan.

Mengingat :

- Undang-Undang Nomor 4 Tahun 1982 tentang Ketentuan-ketentuan Pokok Pengelolaan Lingkungan Hidup (Lembaran Negara R.I. Nomor 12 Tahun 1982, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.215).
- 2. Undang-Undang Nomor 5 Tahun 1990 tentang Konservasi Sumber Daya Alam Hayati dan Ekosistemnya (Lembaran Negara R.I. Nomor 49 Tahun 1990, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.419).
- 3. Undang-Undang Nomor 24 Tahun 1992 tentang Penataan Ruang (Lembaran Negara R.I. Nomor 115 Tahun 1992, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.501)
- 4. Peraturan Pemerintah Nomor 20 Tahun 1990 tentang Pengendalian Pencemaran Air (Lembaran Negara R.I. Nomor 34 Tahun 1990, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.409)
- 5. Peraturan Pemerintah Nomor 51 Tahun 1993 tentang Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (Lembaran Negara R.I. Nomor 84 Tahun 1993, Tambahan Lembaran Negara R.I. Nomor 3.538)

Manajemen Proyek 344

> Keputusan Presiden R.I. Nomor 23 Tahun 1990 tentang Badan Pengendalian Dampak Lingkungan.

- Keputusan Presiden R.I. Nomor 96/M Tahun 1993 tentang Pembentukan Kabinet Pembangunan VI.
- Keputusan Presiden R.I. Nomor 44 Tahun 1993 tentang Kedudukan, Tugas Pokok, Fungsi, Susunan Organisasi, dan Tata Kerja Menteri Negara.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor: KEP-11/MENLH/ 3/94 tentang Jenis Usaha atau Kegiatan yang wajib dilengkapi dengan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan.

MEMUTUSKAN:

KEPUTUSAN MENTERI NEGARA LINGKUNGAN HIDUP TENTANG Menetapkan: PEDOMAN UMUM UPAYA PENGELOLAAN LINGKUNGAN DAN UPAYA

PEMANTAUAN LINGKUNGAN.

Rencana usaha atau kegiatan yang tidak ada dampak pentingnya, dan/atau Pertama secara teknologi sudah dapat dikelola dampak pentingnya diharuskan melakukan Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) sesuai dengan yang ditetapkan di dalam syarat-syarat

perijinannya menurut peraturan yang berlaku.

Kedua : Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan sebagaimana dimaksud dalam diktum pertama perlu diatur melalui suatu

pedoman umum.

(1) pedoman umum Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran Keputusan

> (2) pedoman teknis Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) ditetapkan oleh Menteri atau Pimpinan Lembaga Pemerintah Nondepartemen dengan menggunakan Pedoman Umum sebagaimana dimaksud dalam ayat (1) sebagai rujukan.

> (3) apabila belum ditentukan pedoman teknis sebagaimana dimaksud dalam ayat (2), maka Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan dibuat dengan berpedoman pada Pedoman Umum sebagaimana dimaksud dalam ayat (1).

Keputusan ini mulai berlaku pada tanggal ditetapkan, dan bilamana di kemudian hari terdapat kekeliruan, maka Keputusan ini akan ditinjau kembali.

> Ditetapkan : di Jakarta Pada tanggal: 19 Maret 1994

Menteri Negara Lingkungan Hidup,

ttd

SARWONO KUSUMAATMADJA

Ketiga

Keempat

LAMPIRAN : Keputusan Menteri Negara Lingkungan

Hidup

Nomor: KEP-12/MENLH/3/94

Tanggal: 19 Maret 1994

PEDOMAN UMUM UPAYA PENGELOLAAN LINGKUNGAN DAN UPAYA PEMANTAUAN LINGKUNGAN

A. PENDAHULUAN

- 1. Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) bukan merupakan bagian Analisis Mengenai Dampak Lingkungan, oleh sebab itu UKL dan UPL tidak dinilai oleh Komisi AMDAL, melainkan diarahkan langsung oleh instansi teknis yang membidangi dan bertanggung jawab atas pembinaan usaha atau kegiatan tersebut melalui suatu petunjuk teknis sesuai jenis usaha atau kegiatannya.
- 2. Upaya Pengelolaan Lingkungan (UKL) dan Upaya Pemantauan Lingkungan (UPL) bersifat bagi masing-masing jenis usaha atau kegiatan yang dikaitkan dengan dampak yang ditimbulkannya. Oleh karena itu, Pedoman Teknis UKL dan UPL ditetapkan oleh instansi yang bertanggung jawab (sektoran) untuk setiap jenis usaha atau kegiatan yang bersangkutan.
- 3. Pemrakarsa usaha atau kegiatan terikat pada dokumen yang telah diisi dan ditandatanganinya dan menjadi syarat pemberian ijin usaha atau kegiatan dimaksud.

B. FUNGSI DAN TUJUAN

Pedoman Umum Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan berfungsi sebagai:

- 1: Acuan dalam penyusunan Pedoman Teknis Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan bagi Departemen/Lembaga Pemerintah Nondepartemen Sektoral.
- 2. Acuan penyusunan Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan bagi pemrakarsa bilamana Pedoman Teknis UKL dan UPL dari sektoran belum diterbitkan.
- 3. Instrumen pengikat bagi pihak pemrakarsa untuk melaksanakan pengelolaan dan pemantauan lingkungan.

Dengan adanya pedoman ini, maka pengelolaan lingkungan dapat dilakukan dengan baik, lebih terarah, efektif, dan efisien.

C. RUANG LINGKUP

Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan perlu disusun sedemikian rupa, sehingga dapat:

- 1. langsung mengemukakan informasi penting setiap jenis rencana usaha atau kegiatan yang merupakan sifat khas proyek itu sendiri dan dapat menimbulkan dampak potensial terhadap lingkungannya.
- 2. informasi komponen lingkungan yang terkena dampak.
- 3. upaya pengelolaan dan pemantauan lingkungan hidup yang harus dilakukan oleh pemrakarsa pada tahap prakonstruksi, konstruksi, maupun pasca konstruksi.

D. SISTEMATIKA

Upaya Pengelolaan Lingkungan dan Upaya Pemantauan Lingkungan mencakup:

1. Rencana Usaha atau Kegiatan

Uraian secara singkat rencana usaha atau kegiatan yang akan dilaksanakan oleh pemrakarsa, mencakup antara lain:

- a. Jenis rencana usaha atau kegiatan.
- b. Rencana lokasi yang tepat dari rencana usaha atau kegiatan, dan apakah telah sesuai dengan Rencana Umum Tata Ruang (RUTR) atau tidak (jelaskan).
- c. Jarak rencana lokasi usaha atau kegiatan tersebut dengan sumber daya dan kegiatan lain di sekitarnya, seperti hutan, sungai, pemukiman, industri, dan sebagainya serta hubungan keterkaitannya.
- d. Sarana/fasilitas yang direncanakan, mencakup antara lain:
 - Luas areal yang digunakan untuk usaha atau kegiatan yang meliputi antara lain: bangunan utama, pemukiman tenaga kerja, panjang jalan dan tata letak.
 - Peralatan yang digunakan termasuk jenis dan kapasitasnya.
 - Jenis bahan baku serta bahan tambahan maupun bahan lain yang dipergunakan yang meliputi antara lain: jumlah, volume, sifat, asal pengambilan, sistem pengangkutan, cara penyimpanan, dan sistem pembuangan akhir bahan buangan.
 - Sumber air dan penggunaannya.
 - Sumber energi.
 - Tenaga kerja yang digunakan.
- e. Proses produksi atau kegiatan yang digunakan/dilaksanakan.

2. Komponen Lingkungan

Uraian secara singkat mengenai sumber-sumber alam/komponen lingkungan yang diperkirakan terkena dampak, seperti antara lain: sungai, udara, flora dan fauna, dan lain-lain.

3. Dampak-dampak Yang Akan Terjadi

Dampak-dampak yang akan muncul baik berupa limbah/polusi maupun bentuk lainnya mencakup:

- a. Sumber dampak.
- b. Jenis dampak dan ukurannya.
- c. Sifat dan tolok ukur dampak.

4. Upaya Pengelolaan Lingkungan

Uraian secara rinci mengenai usaha pengelolaan lingkungan yang harus dilaksanakan oleh pemrakarsa.

5. Upaya Pemantauan Lingkungan

Uraian secara rinci mengenai upaya pemantauan lingkungan yang harus dilaksanakan oleh pemrakarsa, khususnya yang berkaitan langsung dengan sifat kegiatan utamanya/khasnya yang mencakup antara lain:

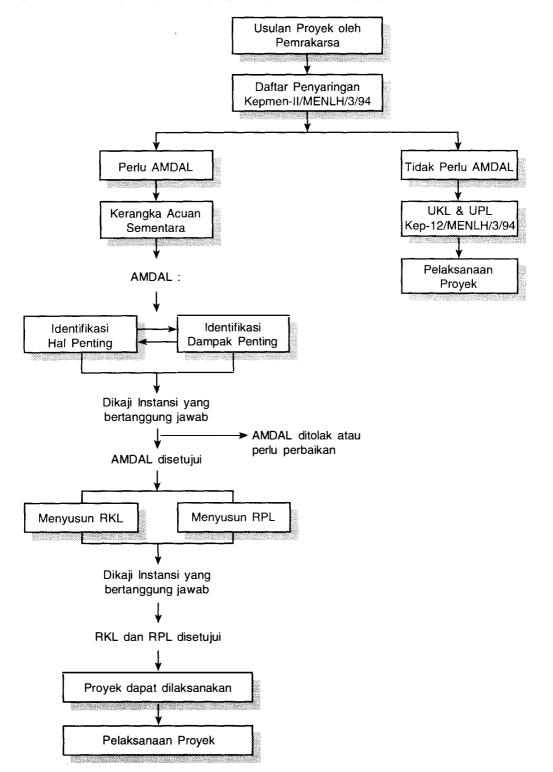
- jenis dampak yang dipantau.
- lokasi pemantauan.
- waktu pemantauan.
- cara pemantauan.

6. Pelaporan

Uraian secara rinci mengenai mekanisme laporan dari pelaksanaan upaya pengelolaan lingkungan dan upaya pemantauan lingkungan pada saat rencana usaha atau kegiatan dilaksanakan (instansi pembina, BAPEDAL, Pemda Tk. I dan Tk. II setempat).

7. Pernyataan Pelaksanaan

Pernyataan pemrakarsa untuk melaksanakan upaya pengelolaan lingkungan dan upaya pemantauan lingkungan dilengkapi dengan tanda tangan pemrakarsa.



Apendiks VI

KODE ETIK PROFESI MANAJEMEN PROYEK YANG DISUSUN OLEH PMI – USA

Code of Ethics for The Project Management Profession

PREAMBLE: Project Management Professionals, in the pursuit of the profession, affect the quality of life for all people in our society. Therefore, it is vital that Project Management Professionals conduct their work in an ethical manner to earn and maintain the confidence of team members, colleagues, employees, employers, clients and the public.

ARTICLE I: Project Management Professionals shall maintain high standards of personal and professional conduct, and:

- a. Accept responsibility for their actions.
- b. Undertake projects and accept responsibility only if qualified by training or experience, or after full disclosure to their employers of clients of pertinent qualifications.
- c. Maintain their professional skills at the state of the art and recognize the importance of continued personal development and education.
- d. Advance the integrity and prestige of the profession by practicing in a dignified manner.
- e. Support this code and encourage colleagues and co-workers to act in accordance with this code.
- f. Support the professional society by actively participating and encouraging colleagues and co-workers to participate.
- g. Obey the laws of the country in which work is being performed.

ARTICLE II: Project Management Professionals shall, in their work:

- a. Provide the necessary project leadership to promote maximum productivity while striving to minimize costs.
- b. Apply state of the art project management tools and techniques to ensure quality, cost and time objectives, as set forth in the project plan, are met.
- c. Treat fairly all project team members, colleagues and co-workers, regardless of race, religion, sex, age or national origin.
- d. Protect project team members from physical and mental harm.
- e. Provide suitable working conditions and opportunities for project team members.
- Seek, accept and offer honest criticism of work, and properly credit the contribution of others.
- g. Assist project team members, colleagues and co-workers in their professional development.

Apendiks V

ARTICLE III: Project Management Professionals shall, in their relations with employers and clients:

- a. Act as faithful agents or trustees for their employers and clients in professional or business matters.
- b. Keep information on the business affairs or technical processes of an employer or client in confidence while employed, and later, until such information is properly released.
- c. Inform their employers, clients, professional socities or public agencies of which they are members or to which they may make any presentations, of any circumstance that could lead to a conflict of interest.
- d. Neither give nor accept, directly or indirectly, any gift, payment or service of more than nominal value to or from those having buiness relationships with their employers of clients.
- e. Be honest and realistic in reporting project quality, cost and time.

ARTICLE IV: Project Management Professionals shall, in fulfilling their responsibilities to the community:

- a. Protect the safety, health and welfare of the public and speak out against abuses in these areas affecting the publick interest.
- b. Seek to extend public knowledge and appreciation of the project management profession and its achievements.

Daftar Pustaka

- Aaker D. A., Day G. S., Marketing Research, John Wiley & Sons Inc., 1990.
- Abbett R. W, Engineering Contracts and Specifications, John Wiley & Sons Inc., New York, 1963.
- Ahuja H. N, Project Management, Techniques in Planning and Controlling Construction Project, John Wiley & Sons Inc., 1984.
- Ahuja H. N., Campbell W. J., Estimating from Concept to Completion, Prentice-Hall Inc., 1988.
- Archibald R. D., Managing High Technology Program and Project, John Wiley & Sons Inc., 1976.
- Augustine N. R., Managing Project and Programs, Harvard Business School Press, 1989.
- Badiru A. B., Project Management in Manufacturing and High Technology Operation, John Wiley & Sons Inc., 1988.
- Barrie D. S., Paulson B. C., Professional Construction Management, McGraw Hill Inc., 1992.
- Bent J.A., Applied Cost and Schedule Control, Marcel Dekker Inc., New York, 1982.
- Bent J. A., Thumann A., Project Management for Engineering and Construction, The Fairmont Press Inc., 1994.
- Bierman H. Jr., Implementing Capital Budgeting Techniques, Ballinger Publishing Company, 1988.
- Bierman H. Jr., Smidt S., The Capital Budgeting Decision, Economic Analysis of Investment Projects, Macmillan Publishing Company, 1984.
- Blanchard B. S., System Engineering Management, John Wiley & Sons Inc., 1991.
- Blanchard F. L., Engineering Project Management, Marcel Dekker Inc. New York, 1990.
- Block S.B., Foundation of Financial Management, Richard D. Irwin, Inc. & Toppan Company Ltd., 1991.
- Bonny J. B., Frein J. P., Handbook of Construction Management and Organization, Van Nostrand Reinhold Company, 1973.
- Brealy R. A., Myers S. C., Principles of Corporate Finance, McGraw-Hill Inc., 1981.
- Brigham E. F., Fundamentals of Financial Management, The Dryden Press, 1978.
- Briner W., Geddes M., Hastings C., Project Leadership, Gower Publishing Company, 1990.
- Brown J., Value Engineering A Blueprint, Industrial Press Inc., 1992.
- Busch D. H., The New Critical Method, Probus Publishing Co., 1991.
- Callahan M. T., Quachenbush D. G., Rowings J. E., Construction Project Schedulling, McGraw-Hill Inc., 1992.
- Carmichael D. R. dan Willingham John J., Auditing Concept and Methods, McGraw-Hill Book Company, 1984.
- Chandra P., Project, Preparation, Appraisal, Budgeting and Implementation, Tata McGraw-Hill Publishing Company Ltd., 1987.
- Clark F. D., Lorenzoni A. B., Applied Cost Engineering, Marcel Dekker Inc., New York, 1985.
- Cleland D. I., Garies R., Global Project Management Handbook, McGraw-Hill Inc., 1994.
- Cleland D. I. dan King W. R., Project Management Handbook, Van Nostrand Reinhold Company, 1983.
- Cleland D. I. dan King W. R., System Analysis and Project Management, McGraw-Hill Book Company, 1984.
- Clough R. H., Sears G. A., Construction Contracting, John Wiley & Sons Inc., 1994.
- Curry S., Weiss J., Project Analysis Developing Countries, St. Martin's Press, 1993.
- Davis M. L.: Cornwell, D. A. *Introduction to Environmental Engineering* McGraw-Hill International Editions, New York, USA, 1991.
- Dieter G. E., Engineering Design, A Materials and Processing Approach, McGraw-Hill Inc., 1983.
- Dismore P. C., The AMA Handbook of Project Management, Amacom, 1993.
- Dismore P. C., Human Factors in Project Management, Amacom, 1990.

- East E. W., Kirby J. G., A Guide to Computerized Project Schedulling, Van Nostrand Reinhold, 1990.
- Fish E. R., Construction Project Administration, John Wiley & Sons Inc., 1978.
- Fleming Q. W., Fleming Q. J., A Probus Guide to Subcontract Project Management & Control, Progress Payment, Probus Publishing Company, 1991.
- Fleming Q. W., Cost/Schedule Control System Criteria, The Management Guide to C/SCSC, Probus Publishing Company, 1988.
- Frankel E. G., Project Management in Engineering Services and Development, Butterworth & Co. Ltd., 1990.
- Frein J. P., Handbook of Construction Management and Organization, Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1980.
- Friedman H. A. dan Degoff R. A., Construction Management, John Wiley & Sons, 1985.
- Gintings, Perdana, Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri, Pustaka Sinar Harapan, Jakarta, 1992.
- Hackney J. W., Control and Management Capital Projects, McGraw-Hill Inc., 1992.
- Halpin D. W., Financial and Cost Concept For Construction Management, John Wiley & Sons Inc., 1985.
- Harrison F. L., Advanced Project Management, Gower Publishing Company Ltd., 1985.
- Herbert L., Auditing the Performance of Management, Life Time Learning Publication-Wadsworth Inc., U.S.A., 1979.
- Hickman T. K., Hickman W. M., Global Purchasing, How To Buy Good and Services in Foreign Markets, Richard D. Irwin Inc., 1992.
- Humphreys K. K., Project and Cost Engineers Handbook, Marcel Dekker Inc., New York, 1984.
- Juran J. M., Juran's Quality Control Handbook, McGraw-Hill Book Company, 1988.
- Kaufman J. J., Value Engineering for the Practitioner, North Carolina State University, 1985.
- Kertas Kerja, Project Control Seminar, Princeton-USA., 1979.
- Kerzner H., Project Management, A System Approach to Planning, Schedulling and Controlling, Van Nostrand Reinhold, 1989.
- Kerzner H., Project Management for Executives, Van Nostrand Reinhold Company, 1982.
- Kerzner H., Thamhain H. J., Project Management for Small and Medium Size Business, Van Nostrand Reinhold Company Inc., 1984.
- Kerzner H., Thamhain H. J., Project Management Operating Guidelines, Van Nostrand Reinhold Company, 1986.
- Kezsbom D., Schilling D. L., Edward K. A., Dynamic Project Management, A Practical Guide for Managers and Engineers, John Wiley & Sons Inc., 1989.
- Kerridge A. E., Vervalin C. H., Engineering and Construction Project Management, Gulf Publishing Company, 1986.
- Kharbanda O. P., Stallworthy E. A., Williams L. F., Project Cost Control in Action, Gower Technical Book,
- Koontz, Donell, Weihreich, Essential of Management, McGraw-Hill Book Company, 1986.
- Lang H. J., Cost Analysis For Capital Investment Decisions, Marcel Dekker Inc., New York, 1989.
- Levy H., Sarnat M., Capital Investment and Financial Decisions, Prentice-Hall, 1986.
- Levy S. L., Project Management in Construction, McGraw-Hill Books Co., 1987.
- Lewis J. P., Project Planning, Schedulling and Control, A Hand-On Guide to Bringing Project On Time and On Budget, Probus Publishing Co., 1991.
- Little IM., Mirrlees J.A., Project Appraisal and Planning Developing Countries, Oxford & IBH Publishing Company, 1974.
- Meredith J. R., Mantel S. J. Jr, Project Management, A Managerial Approach, John Wiley & Sons Inc., 1985.
- Mockler R. J., The Management Control Process, Prentice-Hall, 1972.
- Moder J. J., Phillips C. R., Davis E. W., Project Management with CPM, PERTH and Precedence Diagramming, Van Nostrand Reinhold Co., 1983.
- Mudge A. E., Value Engineering, A Systematic Approach, J. Pohl Associates, 1989.
- Nicholas J. M., Managing Business and Engineering Project, Prentice-Hall Inc., 1990.
- Nunnally S. W., Construction Methods and Management, Prentice-Hall Inc., 1987.

Oberlender G. D., Project Management for Engineering and Construction, McGraw-Hill Inc., 1993.

O'Brien J. J., Construction Inspection Handbook, Van Nostrand Reinhold New York, 1989.

O'Brien J. J., CPM in Construction Management, McGraw-Hill Inc., 1984.

O' Brien J. J., Zilly R. G., Contractor's Management Handbook, McGraw-Hill Inc., 1991.

Osteryoung J. S., Capital Budgeting, Long-Term Asset Selection, Grid Publishing Inc., 1979.

Park W. R., Chapin W. B., Construction Bidding, John Wiley & Sons Inc., New York, 1992.

Patrascu A., Construction Cost Engineering Handbook, Marcel Dekker Inc., New York, 1988.

Peters M.S., Timmerhaus K.D., Plant Design Economics for Chemical Engineers, McGraw-Hill Inc., 1980.

Petty J. W., Keown A. J., Scott D. F., Martin J. D., Basic Financial Management, Prentice-Hall Inc., 1993.

Pilborough L., Inspection of Industrial Plant, A Survey of Quality As Surance, Safety and Standards, Gower Publishing Company Ltd., 1989.

Purdy D. C., A Guide Writing Successful Engineering Specification, McGraw-Hill Inc., 1991.

Rao R. K. S., Financial Management, Concepts and Applications, Macmillan Publishing Company, 1992.

Riggs, Bethel, Atwater, Smith, Stackman, Industrial Organization and Management, McGraw-Hill Inc., 1980.

Ritz G. J., Total Engineering Project Management, McGraw-Hill Inc., 1990.

Rosenau M. D. Jr., Project Management for Engineers, Van Nostrand Reinhold Company, 1984.

Roy P., Project Cost Control in Construction, William Collins Sons & Company Ltd., 1985.

Sandler H. J., Luckiewicz E. T., Practical Process Engineering, A Working Approach to Plant Design, McGraw-Hill Book Company, 1987.

Shtub A., Bard J. F., Globerson S., Project Management, Engineering, Technology, and Implementation, Prentice-Hall Inc., 1994.

Sinnot R. K., Chemical Engineering Vol. 6, An Introduction to Chemical Engineering Design, Program Press, 1985.

Soeharto, Iman., Manajemen Proyek Industri, Penerbit Erlangga, 1992.

Soemarwoto, Otto., "Analisis Dampak Lingkungan", Gajah Mada University Press, Bulak Sumur Yogyakarta, 1990.

Suparni, Niniek S. H., "Pelestarian, Pengelolaan dan Penegakan Hukum Lingkungan". Sinar Grafika, Jakarta, 1992.

Suratmo, Gunarwan., "Analisis Mengenai Dampak Lingkungan", Gajah Mada University Press, Bulak Sumur Yogyakarta, 1991.

Spinner M. P., Elements of Project Management, Plan, Schedule and Control, Prentice-Hall Inc., 1981.

Stallworthy E. A. dan Kharbanda O. P., Total Project Management, Gower Publishing Company Ltd., 1983.

Stevans J. D., Techniques for Construction Network Schedulling, McGraw-Hill Inc., 1990.

Stevenson W. J., Production/Operations Management, Irwin Inc., 1990.

Stewart R. D., Cost Estimating, John Wiley & Sons Inc., 1982.

Stewart R. D., Wyskida R.M., Cost Estimator's, Reference Manual, John Wiley & Sons Inc., 1987.

Stoner J. A. F., Management, Prentice-Hall International Inc., 1982.

Tenah K. A., Guevara J. M., Fundamentals of Construction Management and Organization, Reston Publishing Company Inc., 1985.

The Institution of Civil Engineers, Management of Large Capital Project, Thomas Telford Ltd., 1980.

Thuesen G. J., Fabrycky W. J., Engineering Economy, Prentice-Hall Inc., 1984.

Ullmann J. E., Handbook of Engineering Management, JohnWiley & Sons Inc., 1986.

Valle J. F., Riestra, Project Evaluation, In The Chemical Process Industries, McGraw-Hill Inc., 1983.

Van Horne J. C., Wachowicz J. M. Jr., Fundamental of Financial Management, Prentice-Hall Inc., 1992.

Westney, Richard E., "Managing the Engineering and Construction of Small Projects", Marcel Dekker Inc., New York USA, 1985.

Willis E. M., Schedulling Construction Project, Prentice-Hall, 1986.

Indeks

A	Built, Operate, and Transfer (BOT) 177
A. J. Tarquin 178	bunga majemuk (compound interest) 129
accelerated cost recovery system-ACRS 124	bunga sederhana (simple interest) 129
activity on arrow (AOA) 239, 243	
activity on node (AON) 239, 244, 279	C
aktiva lancar 117	capital recovery 132
aktiva tetap 117	capital rationing 145
	CAPM (Capital Asset Pricing Model) 179
aliran kas (<i>cash-flow</i>) 110 Inkremental 121	cara trial and error 141
	central limit theorem 273
Proyek 120	
all crash-point 295	CE (aget inguisance den freight) 160, 171
analisis jaringan kerja (<i>network analysis</i>) 235	CIF (cost, insurance, dan freight) 169, 171
analisis laba 114	computer aided manufacturing 100
analisis sistem 61	cost of capital–COC 177
analisis dampak lingkungan (ANDAL) 192	crash cost 294
analisis mengenai dampak lingkungan (AMDAL)	crash time 294
76, 191, 195	crash program 293
analisis sensitivitas (sensitivity analysis) 152, 154	Critical Path Method-CPM 239
anggaran definitif proyek (ADP) 16	cumulative normal distribution function 277
anggaran biaya definitif (ABD) 225	cut-off rate 138
anggaran biaya proyek (ABP) 225	_
angka varians, (V) 151	D
annual capital charge 133	D. A. Aaker 82
AOA (activity on arrow) 278	D. H. Busch 230
area ilmu manajemen proyek (PM-BOK) 38	D. H. Bush 44, 279
arus pengembalian internal 141	D. I. Cleland 29
aspek finansial 109	D. Salvatore 86
aspek pasar 82	daerah antarfase (organizational interface) 70
aspek sosial ekonomi 162	daerah industri eksklusif 97
aspek teknis 92	decision tree, simulasi, 152
assembly island 102	deliverable 2
	depresiasi 123–127
В	deviasi standar (standard deviation) 150, 151, 272–
_	275
B. S. Blanchard 62	disbenefit 162
bagan balok 235–238	Domestic Resource Cost – DRC 171
baku mutu 210	Double declining balance-DDB 124
Batasan PM-BOK 38	dummy 279
benefit 162	duninty 277
benefit-cost ratio - BCR 111, 133, 143, 163	E
biaya	E
langsung (direct cost) 297	Earliest Finish Time 254
modal (cost of capital – COC) 174	Earliest Start Time 254
pertama (first cost) 111	Earliest Time of Occurance 254
tidak langsung (indirect cost) 297	efective rate of protection-ERP 171
Body of knowledge (BOK) 36	Elastisitas 88
Buckley 56	harga permintaan 88

penghasilan permintaan 88	J. M. Wacowichz 153
silang 88	J. Moder 273
engineering sistem 62	J. R. Adams 35
equity capital 174	J. V . Horne 153
equivalent capital charge – ECC 144	J. Weiss 164
evolusi manajemen proyek 32	J.W. Fondahl 239
expected duration time 269	jaringan kerja 238 – 241
expert power 30	jalur kritis (critical path) 240
	identifikasi 271
F	jenis depresiasi 124
faktor konversi (conversion factor – CF) 169	
Financial Accounting Standard Board – FASB '95	K
119	keefektifan biaya (cost effectiveness) 170
float 240, 251, 257	kegiatan operasional 3
jalur kritis dan 257	kegiatan proyek 2
independen 261	kerangka acuan (term of reference - TOR) 79
interferen 260	komoditi tradeable 167
total 258, 259	kompleksitas proyek 4
FOB (free on board) 169, 171	konsep sistem 56
	konsep time reserve 230
G	kriteria seleksi 129
C A Uint 157	kurun waktu kegiatan 249
G. A. Hirt 157	Kurva Beta 269
G. J. Ritz 4	kurva distribusi 269 – 271
G. S. Day 82 Crafical Evaluation and Review Technique (CERT)	kurva distribusi normal 273
Grafical Evaluation and Review Technique, (GERT) 254	
254	L
H .	_
	L. T. Blank 178
H. Kerzner 27, 56, 66	laba ditahan 175
H. Koontz 21	lag 281
H. L. Gantt 235	laporan rugi-laba (Income Statement) 117
harga keseimbangan 90	Latest Allowable Event 254
harga perolehan (historical cost) 117	Latest Allowable Finish Time 255
harga semu (shadow price) 166–167	Latest Allowable Start Time 254
Henry Fayol 21	lead 281
hurdle rate 138, 177	lembaran neraca 117
I	M
incidental effect 121	macam proyek 5
indeks profitabilitas 133, 142	macam risiko proyek 148
initial node 258	management by exception 240, 265
Integrated Protected Area System (IPAS) 6	manajemen proyek 27–23
	area ilmu 38
Interface	evolusi dari 32
manajemen 70	kapan digunakan 32
organisasi 71	konsep dari PMI 37
pemilik proyek 71	potensi karir pada 53
personil 70	program sertifikasi 54
sistem 71 intermitten 101	sebagai profesi 36
Intermitten 101 Internal rate of return–IRR 133, 141	manajemen klasik 21
	menghitung depresiasi 127
International Project Management Association	mengukur risiko 148
(INTERNET) 37, 52	metode bagan balok (bar chart) 235
_	metode certainty equivalent 155
J	metode jalur kritis (Critical Path Method – CPM)
J. L. Riggs 101	28, 238, 254

metode diagram preseden (<i>Preceden Diagram Method</i>) 28, 238, 282 – 285	Project Evaluation and Review Technique (PERT) 239, 254
metode risk adjusted discount rate 155	Project Management Institute (PMI) 9
minimum attractive rate of return–MARR 180	project communication plan 226
Mobil Research and Development Corporation	project crash-point 295
(MRDC) 8	project risk management plan 226
modal sendiri 174	Proses integrasi dan koordinasi (I & K) 68
multititik dan multiterminal 265	Proyek
:nutually exclusive project 132, 145	dan manajemen fungsional 19
1 ,	Engineering – Konstruksi (E-K) 5,12
N	Engineering – Manufaktur (E-MK) 5, 12
14	dampak lingkungan dari 200 – 202
net present value - NPV 133, 137	kapital 5
kelebihan metode 139	kompleksitas dari 4
profil dari 139	konservasi bio-diversity 12
nilai sekarang anuitas 131	macam 5
nilai sekarang lump-sum 131	manajemen 27 – 33
nilai waktu dari uang 129	pelayanan manajemen 14
nilai buku (book value) 117	pendanaan 174
nilai sekarang (present value – PV) 129	penelitian dan pengembangan 13
nilai sisa (salvage value) 122	perencanaan strategis 219
nilai uang yang akan datang (future value-F) 129	publik 162
nilai yang diharapkan (expected value) 150	perilaku dari 23 – 27
node/event 254	timbulnya suatu 7
non recourse project financing (NRPF) 174, 177,	yang berdiri sendiri 132
183, 188	
	yang saling meniadakan 132
0	Q
opportunity cost 122 138	Quality Assurance (QA) 45
opportunity cost 122, 138 overal project plan 226	Quality Control (QC) 45
overal project plant 220	2 - 7 (2 - 7
P	R
	R. D. Achibald 70
parameter ekonomi nasional 169	R. J. Mockler 228
pekerjaan terdahulu (predecessor) 279	rata-rata standar faktor konversi (ACF) 170
pemerataan sumber daya 302	referent power 30
pemikiran sistem 20	Rencana Implementasi Proyek (RIP-k) 16
penawaran 89	Rencana pengelolaan lingkungan (RKL) 198
pendanaan proyek 174	Rencana pemantauan Lingkungan (RPL) 198
pendanaan nonrecourse 183 – 185	resource versus technology base 97
pendekatan accept-reject decision 111	resource leveling 302
pendekatan contingency 20	retained earning 175
pendekatan sistem (system approach) 60	return on investment (ROI) 111, 136
Pengembalian investasi (return on investment -ROI)	risiko finansial 147
133	Risk Adjusted Discount Rate-RADR 156
penyajian evaluasi lingkungan (PEL) 200 perilaku proyek 23	Nisk rajusted biscount Rate Nribit 150
Periode pengembalian (pay-back periode) 133, 134	S
permanent threshold shift–PTS 209	S. B. Block dan G. A. Hirt 120
Peter Moris 68	
potensi karier personil proyek 53	S. Curry 164 S. M. Yassukovich 183
predecessor 261	saham biasa 175
Preseden Diagram Method (PDM) 254	
	saham preferen 175
prinsip manajemen klasik 22	share holder 175
problem definition 83	Siklus proyek
profitability analysis 114	dinamika dalam 7
program sertifikasi 54	menurut UNIDO 8