

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 Penjadwalan Proyek

3.1.1 Pendahuluan

Menurut Herjanto (2001), penjadwalan (*scheduling*) adalah pengaturan waktu dari suatu kegiatan operasi penjadwalan mencakup kegiatan mengalokasikan fasilitas, peralatan ataupun tenaga kerja bagi suatu kegiatan operasi dan menentukan urutan pelaksanaan kegiatan operasi. Dalam hierarki pengambilan keputusan, penjadwalan merupakan langkah terakhir sebelum dimulainya operasi. Dalam pembuatan penjadwalan proyek dapat digunakan pendekatan *gantt*. *Gantt Chart* merupakan diagram perencanaan yang digunakan untuk penjadwalan sumber daya dan alokasi waktu Jay dan Barry (2008). *Gantt Chart* adalah contoh teknik non matematis yang banyak digunakan dan sangat populer di kalangan para manajer karena sederhana dan mudah dibaca.

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa pengertian penjadwalan mempunyai fungsi-fungsi mengalokasikan sumber-sumber yang ada guna mencapai tujuan yang telah ditetapkan serta melakukan pengendalian dan koreksi terhadap penyimpangan-penyimpangan yang muncul, sehingga penjadwalan dapat diselesaikan tepat waktu sesuai rencana yang telah ditetapkan.

Macam-macam penjadwalan :

Penjadwalan menyangkut penetapan kapan suatu operasi atau kegiatan harus dimulai agar pada hari penyelesaian pembuatan produk atau jasa dapat dipenuhi. Dalam hal penetapan tanggal setiap operasi mengenal 2 (dua) macam penjadwalan menurut Herjanto (2001), sebagai berikut :

1. Penjadwalan Maju (*forward scheduling*)

Dalam penjadwalan maju (*forward scheduling*), pekerjaan dimulai seawal mungkin sehingga pekerjaan selesai sebelum batas waktu yang dijanjikan (*due date*). Penjadwalan maju memiliki konsekuensi terjadinya akumulasi persediaan sampai hasil pekerjaan itu diperlukan pada pusat kerja berikutnya.

Teknik ini mengasumsikan bahwa pengadaan material dan operasi dimulai segera setelah pesanan diterima. Penjadwalan dilakukan atas setiap kegiatan operasi secara berurutan dari awal hingga seluruh kegiatan operasi selesai. Penjadwalan maju banyak digunakan dalam perusahaan dimana operasi dibuat berdasarkan pesanan dan pengiriman dilakukan segera setelah pekerjaan selesai.

2. Penjadwalan Mundur (*backward scheduling*)

Dalam penjadwalan mundur *backward scheduling*, berlawanan dengan penjadwalan maju, kegiatan operasi yang terakhir dijadwalkan lebih dulu, yang selanjutnya secara berturut-turut ditentukan jadwal untuk kegiatan sebelumnya satu-persatu secara mundur. Akhirnya dengan mengetahui waktu tenggang atau (*lead time*), dalam pengadaan barang dapat ditentukan kapan saat dimulainya operasi.

Melalui penugasan pekerjaan selambat mungkin, metode ini dapat meminimalkan persediaan karena pekerjaan baru selesai pada pekerjaan itu diperlukan pada stasiun kerja berikutnya. Namun penggunaan metode ini harus disertai dengan perencanaan dan estimasi waktu tenggang yang akurat, tidak terjadi *break down* selama proses ataupun perlu bahan *due date* yang lebih cepat.

Asumsi-asumsi dalam Penjadwalan :

Dalam penjadwalan, terdapat beberapa asumsi yang ditarik guna mempermudah penyusunan jadwal pekerjaan tersebut, yaitu antara lain :

1. Tiap pekerjaan yang akan dikerjakan terdefinisi dengan baik dan diketahui secara lengkap tentang sifat dan besaran pekerjaan.
2. Sumber daya atau fasilitas yang digunakan untuk melaksanakan semua pekerjaan terdefinisi dengan lengkap.
3. Urutan elemen pekerjaan diketahui.

Penjadwalan dibutuhkan untuk membantu:

- a. Menunjukkan hubungan tiap kegiatan lainnya dan terhadap keseluruhan proyek.
- b. Mengidentifikasi hubungan yang harus didahulukan di antara kegiatan.
- c. Menunjukkan perkiraan biaya dan waktu yang realistis untuk tiap kegiatan.

- d. Membantu penggunaan tenaga kerja, uang dan sumber daya lainnya dengan cara hal-hal kritis pada proyek.

Faktor-faktor Penjadwalan Proyek yaitu:

Faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam membuat jadwal pelaksanaan proyek:

1. Kebutuhan dan fungsi proyek tersebut. Dengan selesainya proyek itu proyek diharapkan dapat dimanfaatkan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan.
2. Keterkaitannya dengan proyek berikutnya ataupun kelanjutan dari proyek selanjutnya.
3. Alasan sosial politik lainnya, apabila proyek tersebut milik pemerintah.
4. Kondisi alam dan lokasi proyek.
5. Keterjangkauan lokasi proyek ditinjau dari fasilitas perhubungannya.
6. Ketersediaan dan keterkaitan sumber daya material, peralatan, dan material pelengkap lainnya yang menunjang terwujudnya proyek tersebut.
7. Kapasitas atau daya tampung area kerja proyek terhadap sumber daya yang dipergunakan selama operasional pelaksanaan berlangsung.
8. Produktivitas sumber daya, peralatan proyek dan tenaga kerja proyek, selama operasional berlangsung dengan referensi dan perhitungan yang memenuhi aturan teknis.
9. Cuaca, musim dan gejala alam lainnya.

3.2 Metode Penjadwalan Proyek

Proyek merupakan kombinasi dari kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan dan harus dilaksanakan dengan mengikuti suatu urutan tertentu sebelum seluruh tugas dapat diselesaikan secara tuntas (Supranto, 1988). Oleh karena itu, dalam sebuah proyek sangat penting adanya penjadwalan proyek. Dalam perencanaan penjadwalan proyek terkandung unsur peramalan dalam arti memproyeksikan kejadian-kejadian untuk waktu yang akan datang. Terdapat beberapa teknik penjadwalan proyek, diantaranya sebagai berikut:

3.2.1 Bagan Balok (*Barchart*)

Barchart ditemukan oleh Gantt and Fredick W. Taylor pada tahun 1917. Sampai diperkenalkannya metode ini dianggap belum pernah ada prosedur yang sistematis analitis dalam aspek perencanaan dan pengendalian proyek. Metode ini telah digunakan secara luas dalam proyek konstruksi karena sederhana, mudah dalam pembuatannya dan mudah dimengerti oleh pemakainya.

Barchart adalah sekumpulan daftar kegiatan yang disusun dalam kolom arah vertikal. Kolom arah horizontal menunjukkan waktu. Saat mulai dan akhir dari sebuah kegiatan dapat terlihat dengan jelas, sedangkan durasi kegiatan digambarkan oleh panjangnya diagram batang (Ervianto, 2005).

Cara menyusun *Barchart*:

Barchart 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 horizontal Y, tertulis satuan waktu, misalnya hari, minggu atau bulan. Disini waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan kanan dari balok-balok yang bersangkutan.

Pada waktu membuat *barchart* 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.

Langkah-langkah membuat *barchart*:

1. Daftar item kegiatan, yang berisi seluruh jenis kegiatan pekerjaan yang ada dalam rencana pelaksanaan pembangunan.
2. Urutan kegiatan, dari daftar kegiatan tersebut diatas, disusun urutan pelaksanaan pekerjaan berdasarkan prioritas item kegiatan yang akan dilaksanakan kemudian, dan tidak mengesampingkan kemungkinan pelaksanaan pekerjaan secara bersamaan.
3. Waktu pelaksanaan pekerjaan, adalah jangka waktu pelaksanaan dari seluruh kegiatan yang dihitung dari permulaan kegiatan sampai seluruh kegiatan

berakhir. Waktu pelaksanaan pekerjaan diperoleh dari penjumlahan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan.

Tabel 3.1. Contoh penjadwalan proyek metode Barchart

BARCHART														
PROYEK: CONTOH														
LOKASI: XYZ														
No.	Deskripsi Kegiatan	Nilai	Durasi	Bobot	Minggu									
		Rupiah	Minggu	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pekerjaan persiapan	1.000.000	2	2,22	1,11	1,11								
2	Pekerjaan galian tanah	500.000	2	1,11		0,56								
3	Pekerjaan pondasi	1.500.000	3	3,33			1,11	1,11	1,11					
4	Pekerjaan beton bertulang	10.000.000	2	22,22				11,11	11,11					
5	Pekerjaan pasangan/ plesteran	2.000.000	3	4,44					1,48	1,48	1,48			
6	Pekerjaan pintu, jendela	6.000.000	2	13,33						6,67	6,67			
7	Pekerjaan atap	7.000.000	2	15,56							7,78	7,78		
8	Pekerjaan langit-langit	2.000.000	2	4,44								2,22	2,22	
9	Pekerjaan lantai	5.000.000	2	11,11								5,56	5,56	
10	Pekerjaan finishing	10.000.000	2	22,22									11,11	11,11
NILAI NOMINAL		45.000.000		100,00										
PRESTASI PERMINGGU					1,11	1,67	1,67	12,22	13,70	8,15	15,93	15,56	18,89	11,11
PRESTASI KUMULATIF					1,11	2,78	4,44	16,67	30,37	38,52	54,44	70,00	88,89	100,00

(Sumber : Ervianto, 2005)

3.2.2 Kurva S (*Hanumm Curve*)

Kurva S adalah sebuah grafik yang dikembangkan oleh Warren T. Hanumm atas pengamatan terhadap sejumlah besar proyek sejak awal hingga akhir proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan proyek.

Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam pengendalian proses pengendalian proyek. Tetapi informasi tersebut tidak detail dan hanya terbatas untuk menilai kemajuan proyek. Perbaikan lebih lanjut dapat menggunakan metode lain yang dikombinasikan, misalnya metode *barchart* atau *network planning* dengan memperbaharui sumber daya maupun waktu pada masing-masing pekerjaan.

Cara menyusun Kurva S :

Untuk membuat kurva S, jumlah persentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu metode diantara durasi proyek di plotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva S. Bentuk demikian terjadi karena volume kegiatan pada bagian awal biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil. Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat perhitungan persentase berdasarkan biaya per item pekerjaan/ kegiatan dibagi total anggaran atau berdasarkan volume rencana dari komponen kegiatan terhadap volume total kegiatan.

Secara umum langkah-langkah menyusun kurva S adalah sebagai berikut:

1. Melakukan pembobotan pada setiap item pekerjaan.
2. Bobot item pekerjaan dihitung berdasarkan biaya item pekerjaan dibagi biaya total pekerjaan dikalikan 100%.
3. Setelah bobot masing-masing item dihitung, lalu distribusikan bobot pekerjaan selama durasi masing-masing aktivitas.
4. Setelah itu jumlah bobot dari aktivitas tiap periode waktu tertentu, dijumlahkan secara kumulatif.
5. Angka kumulatif pada setiap periode ini diplot pada sumbu y (ordinat) dalam grafik dan waktu pada sumbu x (absis).
6. Dengan menghubungkan semua titik didapat kurva S.

Pada umumnya kurva S diplot pada *barchart*, dengan tujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu tertentu pengamatan progres pelaksanaan proyek.

Tabel 3.2. Contoh penjadwalan proyek metode Barchart – Kurva S

BARCHART – KURVA S														
PROYEK: CONTOH														
LOKASI: XYZ														
No.	Deskripsi Kegiatan	Nilai	Durasi	Bobot	Minggu									
		Rupiah	Minggu	%	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Pekerjaan persiapan	1.000.000	2	2,22	1,11	1,11								
2	Pekerjaan galian tanah	500.000	2	1,11		0,56	0,56							
3	Pekerjaan pondasi	1.500.000	3	3,33			1,11	1,11	1,11					
4	Pekerjaan beton bertulang	10.000.000	2	22,22				11,11	11,11					
5	Pekerjaan pasangan/ plesteran	2.000.000	3	4,44					1,48	1,48	1,48			
6	Pekerjaan pintu, jendela	6.000.000	2	13,33						6,67	6,67			
7	Pekerjaan atap	7.000.000	2	15,56							7,78	7,78		
8	Pekerjaan langit-langit	2.000.000	2	4,44								2,22	2,22	
9	Pekerjaan lantai	5.000.000	2	11,11									5,56	5,56
10	Pekerjaan finishing	10.000.000	2	22,22										11,11
NILAI NOMINAL		45.000.000		100,00										
PRESTASI PERMINGGU					1,11	1,67	1,67	12,22	13,70	8,15	15,93	15,56	18,89	11,11
PRESTASI KUMULATIF					1,11	2,78	4,44	16,67	30,37	38,52	54,44	70,00	88,89	100,00

(Sumber : Ervianto, 2005)

3.2.3 Metode PDM (*Precedence Diagramming Method*)

PDM ini merupakan metode penyajian simpul dengan kegiatan digambarkan pada simpul/lingkaran bukan pada panah. Satu keuntungan utama dari PDM adalah memungkinkan jadwal jaringan digambarkan menurut skala. Ini memungkinkan pembuat jaringan untuk melihat secara visual kapan suatu kegiatan dijadwalkan untuk terjadi juga berapa lama ini akan berlangsung dan berhubungan precedennya. (Roger, 2000)

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan oleh sebuah lambang segi empat karena letak kegiatan ada dibagian *node* maka sering disebut juga *Activity On Node* (AON). Kegiatan dalam PDM diwakili oleh sebuah lambang yang mudah diidentifikasi, bentuk umum yang sering digunakan adalah sebagai berikut.

ES	JENIS KEGIATAN	EF
LS		LF
NO.KEG.		DURASI

Gambar 3.1 Node PDM

(Sumber : Roger, 2000)

Keterangan:

ES : *Earliest Start*, waktu mulai paling awal suatu kegiatan.

EF : *Earliest Finish*, waktu selesai paling awal suatu kegiatan. Jika hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu adalah ES kegiatan berikutnya.

LS : *Latest Start*, waktu paling akhir kegiatan boleh mulai. Yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan

LF : *Latest Finish*, waktu paling akhir kegiatan boleh selesai.

Hubungan antar kegiatan dalam metode ini ditunjukkan oleh sebuah garis penghubung, yang dapat dimulai dari kegiatan kiri ke kanan atau dari kegiatan atas ke bawah. Jika kegiatan awal terdiri dari sejumlah kegiatan dan diakhiri oleh sejumlah kegiatan pula maka ditambahkan kegiatan dan kegiatan akhir yang keduanya merupakan kegiatan fiktif. Misalnya untuk kegiatan awal ditambahkan kegiatan *START* dan kegiatan akhir ditambahkan kegiatan *FINISH*.

3.2.4 Metode CPM (*Critical Path Method*)

CPM pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu dalam arti bahwa CPM akan berakhir pada penentuan waktu. CPM merupakan waktu tunggal/*deterministic*. CPM mencari jalur kritis yang telah digambarkan dengan anak panah dari satu kegiatan ke kegiatan lainnya. Jalur kritis adalah suatu deretan kegiatan kritis yang menentukan jangka waktu penyelesaian bagi keseluruhan proyek. Dapat diartikan bahwa jalur kritis merupakan rantai kegiatan kritis yang menghubungkan titik dimulainya dan diakhirinya kegiatan dalam anak panah atau dengan singkat dikatakan jalur kritis terdiri dari kegiatan-kegiatan dalam anak panah atau dengan singkat dikatakan jalur kritis terdiri dari kegiatan-kegiatan yang kritis. (Roger, 2000)

3.2.5 PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)

1. Pengertian PERT

PERT adalah metode penjadwalan proyek berdasarkan jaringan yang memerlukan tiga dugaan waktu untuk tiap kegiatannya yaitu, optimis, pesimis, paling mungkin dengan menggunakan tiga dugaan waktu mulai awal dan akhir standar untuk tiap kegiatan atau kejadian.

Berdasarkan yang sering terjadi di lapangan bahwa waktu pelaksanaan sering kali melebihi waktu dalam kontrak/disepakati. Hal ini mengakibatkan deviasi yang menjulur ke arah kanan pada kurva normal (Roger, 2000).

Bekerja dengan ketidakpastian merupakan suatu kejadian yang acak dari perkiraan waktu tiap kegiatan. Kejadian yang tidak pasti merupakan ciri dari metode PERT. Oleh karena itu, tidaklah tepat dalam kasus ini untuk menetapkan waktu penyelesaian proyek secara konkrit. Setiap tanggal penyelesaian akan mempunyai peluang tertentu untuk dapat dicapai, yang merupakan fungsi dari ketidakpastian dari tiap kegiatan dan hubungan ketidakpastian dalam tanggal penyelesaian daripada memaksakan persoalan ke dalam kerangka waktu konstan.

Sistem PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) adalah suatu alat manajemen untuk menentukan secara tepat di setiap titik dalam 19 masa program, bagaimana status program, dan dimana letak bidang persoalannya.

PERT mempunyai nilai yang setinggi-tingginya dalam memberi isyarat secara dini kepada manajemen apabila timbul kendala dalam suatu bidang tertentu yang akan menghambat jadwal atau anggaran program yang telah direncanakan.

Konsep dasar PERT ialah bahwa program dibagi dalam tugas-tugas yang berciri tersendiri, terinci, serta terjadwal, yang disusun dalam jaringan terpadu. Bagi masing-masing tugas atau kegiatan dijatahkan segenap variabel yang penting yaitu waktu, sumber daya, dan unjuk kerja teknik. Kemudian diselenggarakan suatu sistem pelaporan yang sistematis yang memungkinkan pengkajian yang terus menerus terhadap status program (Hajek, 1994).

Konsep lain yang muncul dari jaringan PERT adalah gagasan tentang lintasan kritis probabilitas. Mengikuti logika PERT, di sini pun tidak ada lintasan kritis yang pasti. Sebaliknya, setiap kegiatan mempunyai peluang mendekati nol

dan yang lainnya mendekati satu. Lintasan kritis itu sendiri acak bila waktu kegiatan tidak pasti.

PERT pada dasarnya merupakan metode yang berorientasi pada waktu, dalam artian bahwa metode PERT akan berakhir dengan menentukan penjadwalan waktu. Metode PERT termasuk teknik penjadwalan karena PERT terdiri dari tiga tahapan, yaitu : perencanaan, penjadwalan dan pengontrolan/pengawasan.

Tahapan perencanaan dimulai dengan memecahkan/menguraikan proyek menjadi kegiatan-kegiatan. Perkiraan waktu untuk kegiatan-kegiatan ini kemudian ditentukan dan diagram jaringan kerja yang dinyatakan dengan gambar anak panah mulai dibuat dimana panjang anak panah menunjukkan kegiatan. Keseluruhan diagram anak panah memberikan suatu representasi grafis mengenai keterkaitan antara berbagai kegiatan suatu proyek.

Tujuan akhir dalam tahap penjadwalan ialah membentuk *time chart* yang dapat menunjukkan waktu mulai dan selesainya setiap kegiatan serta hubungannya satu sama lain dalam proyek. Jadwal harus mampu menunjukkan kegiatan-kegiatan yang kritis dilihat dari segi waktu yang memerlukan perhatian khusus kalau proyek harus selesai tepat pada waktunya. Bagi kegiatan-kegiatan yang tidak tergolong jalur kritis jadwal harus menentukan banyaknya waktu yang mengambang (*slack*) yang dapat dipergunakan ketika kegiatan tertunda atau kalau sumber daya yang terbatas digunakan secara efektif.

Pada tahap akhir manajemen proyek adalah pengawasan proyek. Hal ini meliputi penggunaan diagram anak panah dan grafik waktu untuk membuat laporan kemajuan periodik. Jaringan kerja perlu diperbaharui dan dianalisis bahkan jika perlu suatu jadwal baru ditentukan untuk sisa bagian proyek yang belum selesai. (Supranto, 1988).

2. Definisi-Definisi PERT

Sistem PERT menggunakan suatu bahasa yang khas. Istilah-istilah penting mendasar yang dipergunakan adalah sebagai berikut (Hajek, 1994) :

- a. Kegiatan : Unsur upaya kerja dalam program
- b. Peristiwa atau kejadian : Titik tertentu dalam program, yang biasanya menunjukkan mulai atau

- selesainya suatu kegiatan. Peristiwa tidak mempunyai dimensi waktu dan upaya.
- c. Jaringan : Gambaran grafikal tentang program yang terdiri dari kegiatan-kegiatan dan peristiwa yang ditunjukkan sebagai jalur-jalur yang saling terhubung.
 - d. Waktu Paling Mungkin (m) : Waktu yang ditaksirkan akan paling realistis untuk menyelesaikan suatu kegiatan.
 - e. Waktu Optimistik (a) : Waktu tersingkat yang kiranya akan digunakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan.
 - f. Waktu Pesimistik (b) : Waktu terlama yang kiranya akan digunakan untuk menyelesaikan suatu kegiatan.
 - g. Waktu Perkiraan (Te) : Masa waktu yang diramalkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan. Waktu perkiraan didapatkan secara statistik dari waktu paling mungkin, waktu optimistik dan waktu pesimistik.
 - h. Jalur kritis : Jalur lintasan suatu jaringan yang memerlukan masa waktu terlama untuk menyelesaikannya. Inilah lintasan yang memiliki kelonggaran positif terkecil atau kelonggaran negatif terbesar.

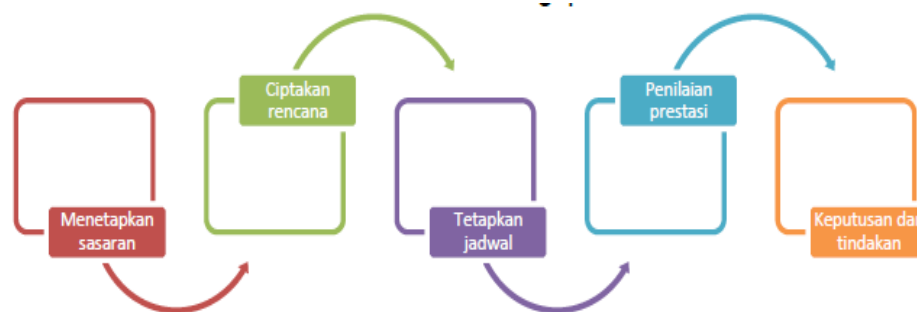
3. Langkah Dasar PERT

PERT mengikuti enam langkah dasar sebagai berikut :

- Menetapkan proyek dan menyiapkan struktur penguraian kerjanya.
- Membangun hubungan antara aktivitas-aktivitasnya. Memutuskan aktivitas yang harus dilakukan lebih dahulu dan aktivitas yang harus mengikuti aktivitas lain
- Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan aktivitas.
- Menetapkan perkiraan waktu dan biaya untuk setiap aktivitas.
- Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini disebut jalur kritis.
- Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek.

4. Pengoperasian PERT

Pengoperasian PERT dapat dibagi dalam lima kategori yaitu :



Gambar 3.2 Proses Pengoperasian PERT

(Sumber : Hajek, 1994)

Penyusunan rencana PERT bagi suatu program, menetapkan sasaran memungkinkan manajer proyek memberi bentuk yang jelas bagi tujuan proyek dan mendokumentasikan tujuan proyek bagi manajemen maupun hak lain yang berkepentingan.

Penciptaan rencana meliputi menerjemahkan paket kerja ke dalam kegiatan-kegiatan serta peristiwa-peristiwa yang dilukiskan secara grafikal sebagai

jaringan. Dalam menciptakan jaringan, harus diperhatikan urutan yang mana masing-masing kegiatan diselenggarakan dan peristiwa-peristiwa sebelumnya yang harus dicapai sebelum dimulainya suatu kegiatan tertentu.

Pada waktu menyusun kegiatan-kegiatan itu, waktu perkiraan *Te (Time Expected)* didapatkan dari taksiran yang dibuat untuk waktu optimistik, waktu pesimistik dan waktu paling mungkin. Manajer proyek memperoleh angka-angka ini dari orang-orang yang kiranya akan bertanggung jawab atas pelaksanaan upaya kerja kegiatan yang bersangkutan.

Dalam menurunkan jadwal, manajer proyek harus memerhatikan faktor-faktor dasar sebagai berikut (Hajek, 1994) :

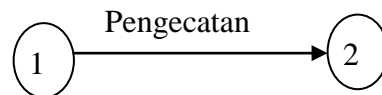
1. Tanggal penyerahan menurut kontrak dan tanggal harus diawalinya pekerjaan.
2. Karyawan dan sumber daya perusahaan yang tersedia (yang dibedakan dari karyawan dan sumber daya yang tersedia untuk suatu kegiatan tertentu).
3. Kendala-kendala dari berbagai kegiatan. Suatu kendala ialah suatu kegiatan yang harus sudah diselesaikan atau suatu peristiwa yang harus telah dicapai sebelum dapat diawalinya upaya-kerja suatu kegiatan yang lain. Kendala sering menimbulkan bidang kritis dalam suatu program PERT, karena merupakan pembatas bagi penyelenggaraan pencapaian jadwal.

Dalam organisasi ini, tahap penilaian prestasi dan tahap keputusan serta tindakan dari siklus PERT dilaksanakan oleh tiap tingkat manajemen. Para pejabat pada masing-masing tingkat akan menelaah informasi yang didapatkan dari PERT dari sudut pandang yang berlainan dan akan melaksanakan beberapa diantara tindakan-tindakan tersebut dalam batas wewenang mereka, diantaranya penilaian prestasi dan tindakan, pelaksanaan tindakan, dan penerusan informasi tentang persoalan yang tidak terselesaikan kepada tingkat manajemen lebih tinggi jika diperlukan.

Langkah – langkah penyusunan dan analisis jaringan kerja PERT (Siagian, 1987):

1. Identifikasi lingkup proyek dan uraikan menjadi komponen-komponen
2. Susun komponen-komponen kegiatan sesuai dengan logika kebergantungan
3. Tentukan perkiraan waktu penyelesaian masing-masing kegiatan

4. Gunakan symbol \rightarrow : untuk menggambarkan aktivitas (suatu fasilitas).
5. Simbol \bigcirc : menunjukkan permulaan atau akhir dari suatu kegiatan
 Contoh : Pekerjaan mengecat pintu, maka *event* pertama pintu belum dicat dan *event* kedua pintu telah dicat.



Beberapa hal yang harus diperhatikan :

Sebelum suatu kegiatan dimulai, semua kegiatan yang mendahuluinya harus sudah selesai.

- a. Gambar anak panah, sekedar menunjukkan urutan pekerjaan. Panjang anak panah tidak menunjukkan lamanya pekerjaan. Arah panah hanya menunjukkan urutan di dalam mengerjakan pekerjaan saja. Panjang anak panah dan arahnya tidak menunjukkan letak dari pekerjaan.
- b. *Nodes*, lingkaran yang menunjukkan kejadian diberi nomor sedemikian rupa, sehingga tidak ada *nodes* yang nomornya sama.
- c. Dua buah kejadian hanya bisa dihubungkan oleh satu kegiatan (anak panah).
- d. Jaringan kerja (*network*) hanya dimulai dari satu kejadian dan diakhiri oleh satu kejadian.
- e. *Dummy activities*

Untuk menyusun *network* sesuai ketentuan, kadang-kadang diperlukan *dummy activities* (kegiatan semu & kejadian semu). Kegiatan semu adalah kegiatan yang tidak memerlukan waktu, biaya dan fasilitas. Kegunaan *dummy activities* adalah untuk menghindari terjadinya dua kejadian dihubungkan oleh lebih dari satu kegiatan.

5. Manfaat dari Metode PERT adalah:
 - a. Dapat mengidentifikasi jalur kritis dalam hal ini adalah jalur elemen-elemen kegiatan yang kritis dalam skala waktu penyelesaian proyek sebagai keseluruhan.
 - b. Mempunyai kemampuan untuk mengadakan perubahan-perubahan sumber daya dan memerhatikan efek terhadap waktu selesainya proyek.
 - c. Mempunyai kemampuan memperkirakan efek-efek dari hasil yang dicapai suatu kegiatan terhadap keseluruhan rencana apabila diimplementasikan / dilaksanakan.

6. Penggunaan Jaringan PERT

Apabila jaringan PERT telah dirancang dan perkiraan masing-masing kegiatan telah dihitung, maka manajer proyek dapat mengawasi pemakaian jaringan PERT sebagai alat manajemen. Jaringan PERT memberikan pandangan menyeluruh yang sangat baik terhadap program dan memungkinkan para manajer dalam organisasi lini dan matriks untuk menggeser karyawan dan sumber daya lain dari jalur-jalur longgar ke jalur-jalur kritis guna membantu mengangulangi bidang-bidang kendala.

Waktu longgar yang positif atau nol menunjukkan bahwa semua peristiwa diperkirakan setidaknya akan tepat waktu dan bahwa tidak diperkirakan akan terjadi kendala. Jika waktu longgar untuk suatu peristiwa mempunyai harga negatif, maka kegiatan – kegiatan yang mempunyai saham dalam waktu longgar negatif akan mengalami kendala dan diperlukan sesuatu tindakan perbaikan.

7. Melaksanakan Rencana PERT

Menurut Siagian (1987), jaringan PERT diatur dengan tiap peristiwa diberi nomor dan dihubungkan dengan peristiwa lain. Anak panah menunjukkan aliran kerja dalam urutan yang logis. Anak panah yang penuh menunjukkan adanya kegiatan yang memerlukan waktu penyelesaian yang ditunjukkan oleh kelompok angka-angka yang bersangkutan dengan masing-masing anak panah. Anak panah yang terputus-putus pada umumnya menunjukkan kendala yang berwaktu nol. Salah satu peraturan panduan PERT ialah bahwa

se wajarnya tiap kegiatan diidentifikasi dengan sebuah peristiwa yang mendahuluinya dan peristiwa yang mengikutinya guna membantu menjelaskan jaringan. Setelah manajer proyek menyelesaikan rancangan jaringan PERT, tugas selanjutnya ialah menetapkan waktu yang digunakan untuk menyelesaikan masing-masing kegiatan. Sumber bagi informasi ini pada umumnya dari pemimpin proyek, yang akan bertanggung jawab atas berbagai kegiatan.

Jaringan PERT mempunyai hubungan yang erat dengan pengorganisasian program dengan tanggung jawab pada masing-masing kegiatan dengan pengendalian serta garis komunikasi yang memadai.

Beberapa ciri yang melekat pada jaringan PERT, yang diperhatikan pada waktu merencanakan sistem jaringan PERT, yaitu:

- a. Setiap kegiatan tertentu harus diselesaikan sebelum terjadinya peristiwa.
Demikian pula, kegiatan tidak dapat diawali sebelum mantapnya suatu peristiwa.
- b. Semua jalur kegiatan harus lengkap dan tidak dapat diduplikasikan atau menunjukkan alternatif – alternatif.
- c. Setiap peristiwa tertentu hanya dapat terjadi sekali.
- d. Setiap dua peristiwa hanya dapat dihubungkan oleh satu garis kegiatan.

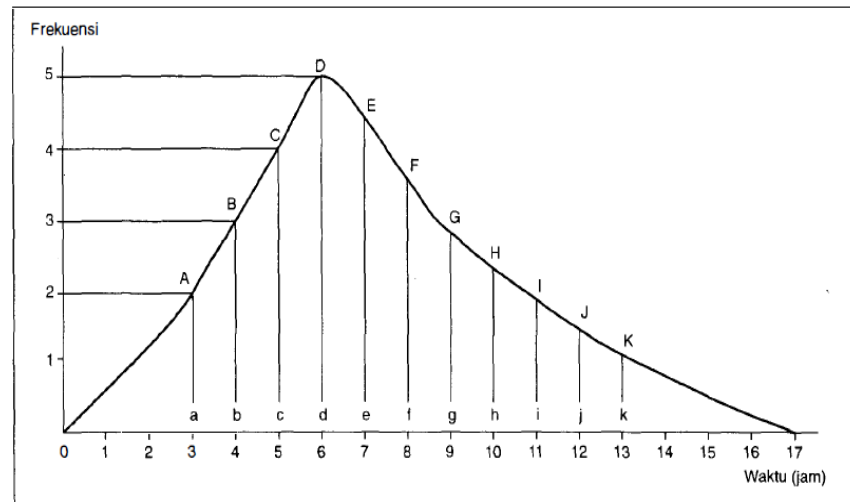
8. Probabilitas PERT

Menurut Soeharto (1997), 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 3.3. Sumbu horizontal menunjukkan waktu selesainya kegiatan. Sumbu vertikal menunjukkan berapa kali (frekuensi) kegiatan selesai pada kurun waktu yang bersangkutan.

a. Kurva Distribusi dan Variabel a, b, dan m

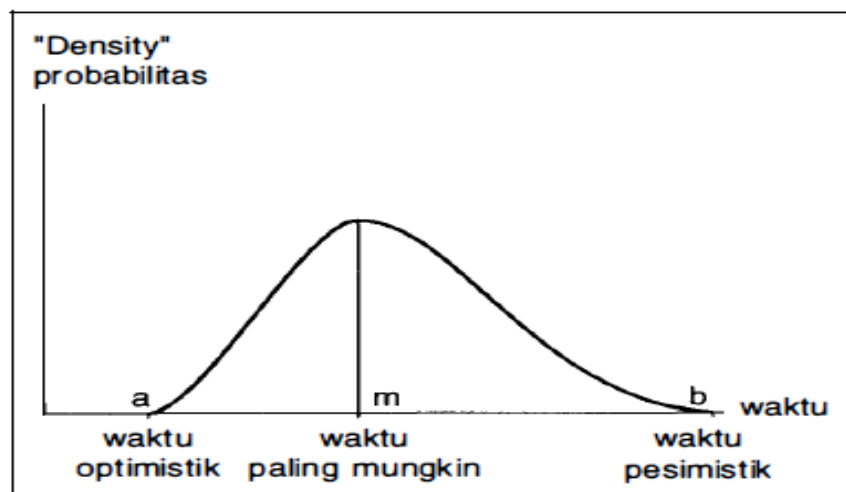
Dari kurva distribusi dapat dijelaskan arti dari a, b, dan m. Kurun waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m, yaitu kurun waktu yang paling banyak terjadi atau juga disebut *the most likely time*. Adapun angka a dan

b terletak (hampir) di ujung kiri dan kanan dari kurva distribusi, yang menandai batas lebar rentang waktu kegiatan. Kurva distribusi kegiatan pada umumnya berbentuk asimetris dan disebut Kurva Beta.



Gambar 3.3 Kurva Distribusi Frekuensi

(Sumber : Soeharto, 1997)



Gambar 3.4 Kurva distribusi asimetris (beta) dengan a, b, dan m

(Sumber : Soeharto, 1997)

b. Kurva Distribusi dan Kurun Waktu yang Diharapkan (TE)

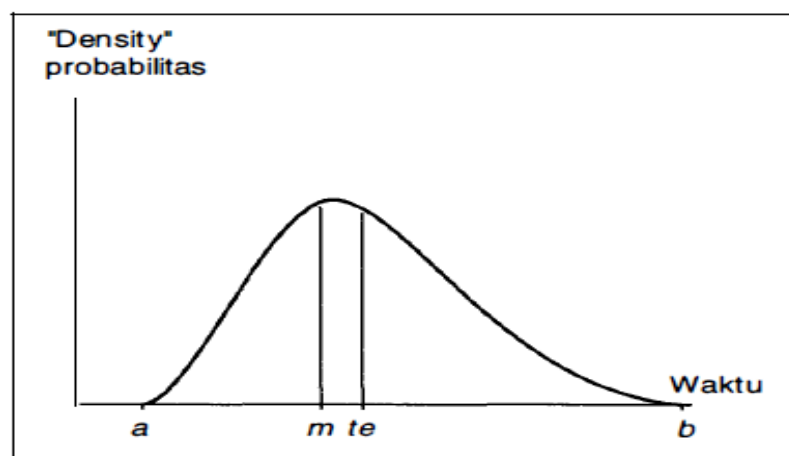
Setelah menentukan estimasi angka-angka a, m, dan b, maka selanjutnya adalah merumuskan hubungan ketiga angka tersebut menjadi satu angka,

yang disebut TE (*Time Expected*) atau kurun waktu yang diharapkan. Angka TE adalah angka rata-rata kalau kegiatan tersebut dikerjakan berulang-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. Sedangkan jumlah kemungkinan terjadinya peristiwa paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari kedua peristiwa diatas. Sehingga bila ditulis dengan rumus adalah sebagai berikut:

Kurun waktu kegiatan yang diharapkan:

$$TE = \left(\frac{a+4m+b}{6} \right) \dots \dots \dots (3.1)$$

Bila garis tegak lurus dibuat melalui TE, maka garis tersebut akan membagi dua sama besar area yang berada dibawah kurva beta distribusi, seperti terlihat pada Gambar 3.5. Perlu ditekankan disini 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.



Gambar 3.5 Kurva distribusi dengan letak a, b, m dan te

(Sumber : Soeharto, 1997)

9. Deviasi Standar Kegiatan 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:

Deviasi Standar Kegiatan

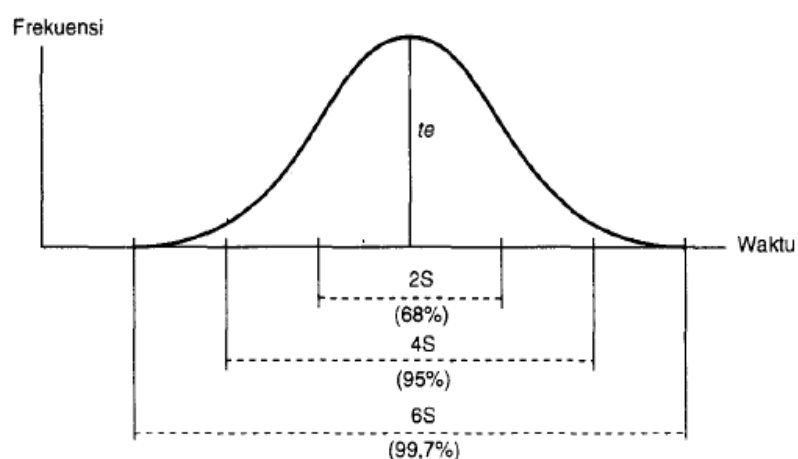
$$S = \left(\frac{1}{6}\right) (b-a) \dots\dots\dots(3.2)$$

Varians Kegiatan

$$V (TE) = S^2 = \left[\left(\frac{1}{6}\right) (b-a)\right]^2 \dots\dots\dots(3.3)$$

10. Deviasi Standar Peristiwa dan *Varians* Peristiwa V (TE)

Menurut “J. Moder 1983” berdasarkan teori “Central Limit Theorem” maka kurva distribusi peristiwa atau kejadian (*event time distribution curve*). Kurva ini berbentuk genta seperti terlihat pada Gambar 3.6



Gambar 3.6 Kurva distribusi untuk peristiwa/kejadian, disebut kurva distribusi normal dan berbentuk genta

(Sumber : Soeharto, 1997)

Sifat-sifat kurva distribusi normal adalah :

- a. Seluas 68% area di bawah kurva terletak dalam rentang 2S
- b. Seluas 95% area di bawah kurva terletak dalam rentang 4S
- c. Seluas 99,7% area di bawah kurva terletak dalam rentang 6S

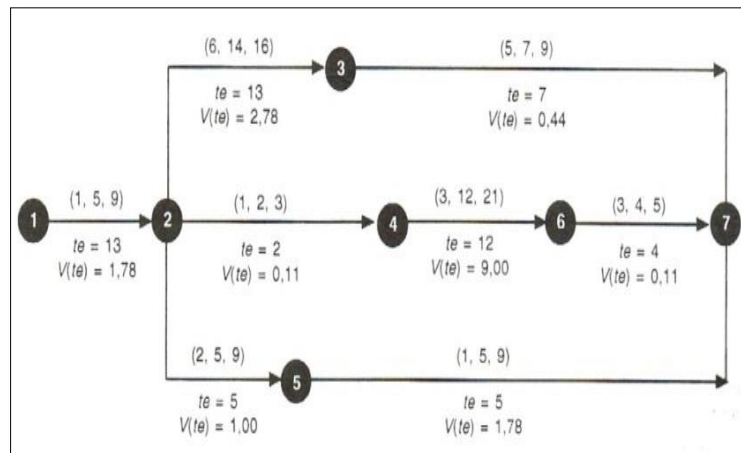
11. Target Jadwal Penyelesaian (Td)

Pada penyelenggaraan proyek, sering dijumpai sejumlah tonggak kemajuan (*milestone*) dengan masing-masing target jadwal atau tanggal penyelesaian yang telah ditentukan. Pimpinan proyek atau pemilik sering kali 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 :

$$\text{Deviasi } z = \frac{T(d) - TE}{s} \dots\dots\dots(3.4)$$

12. Jalur Kritis dan Subkritis

Menurut Soeharto (1997), pengamatan dan analisis atas jalur kritis dan subkritis lebih ditekankan lagi pada metode PERT. Hal ini dapat dilihat 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 *mile-stone* atau selesainya proyek). Apabila 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 dapat dikatakan bahwa ada kemungkinan jalur subkritis akan berubah menjadi kritis, seperti ditunjukkan oleh contoh pada Gambar 3.7 dan Tabel 3.3



Gambar 3.7 Jaringan kerja dengan jalur kritis dan subkritis
(Sumber: Soeharto 1997)

Tabel 3.3. Jalur Kritis dan Subkritis dari Gambar 3.5

		Total Waktu TE	Total Varians V (te)
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

(Sumber: Soeharto 1997)

PERT menggunakan variansi aktivitas jalur kritis untuk membantu menentukan variansi proyek keseluruhan. Variansi proyek dihitung dengan menjumlahkan variansi aktivitas – aktivitas kritis.

$$\sigma^2 = \text{Variansi Proyek} = \sum (\text{variansi aktivitas jalur kritis})$$

Untuk mengetahui jalur kritis, kita menghitung dua waktu awal dan akhir yang berbeda setiap aktivitas. Hal itu dilakukan sebagai berikut:

a. Mulai paling awal (*Earliest Start* – ES)

Waktu paling awal suatu aktivitas dapat dimulai dengan asumsi semua pendahulunya sudah selesai.

b. Selesai paling awal (*Earliest Finish* – EF)

Waktu paling awal suatu aktivitas dapat selesai.

c. Mulai paling lambat (*Latest Start* – LS)

Waktu terakhir suatu aktivitas dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

d. Selesai paling lambat (*Latest Finish* – LF)

Waktu terakhir suatu aktivitas dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

13. Perbedaan PERT dan CPM

Menurut (Levin, 1987) disamping metode PERT (*Program Evaluation and Review Technique*) ada juga metode CPM (*Critical Path Method*), yakni metode untuk merencanakan dan mengendalikan proyek-proyek, merupakan sistem yang paling banyak digunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan.

Perbedaan pokok antara PERT dan CPM ialah bahwa CPM memasukkan konsep biaya dalam proses perencanaan dan pengendalian, sedangkan PERT tidak memasukkan konsep biaya, dalam PERT diasumsikan bahwa besarnya biaya berubah-ubah sesuai dengan lamanya waktu dari semua aktivitas yang terdapat dalam satu proyek. Jadi jika kita telah berhasil mempersingkat waktu untuk suatu proyek maka diasumsikan bahwa dengan demikian biaya untuk proyek ini juga berhasil diperkecil.

Perbedaan penting lain antara PERT dan CPM terletak pada metode untuk menentukan perkiraan waktu. Para pemakai CPM dianggap mempunyai dasar yang lebih kuat sebagai landasan untuk memperkirakan waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan setiap aktivitas.

Perbedaan utama dalam penerapan kedua teknik ini dapat dimengerti jika kita perbandingan suatu perusahaan, misalnya perusahaan bangunan dengan suatu perusahaan lain, perusahaan atau biro penelitian dan pengembangan. Seorang estimator yang cerdas dari suatu perusahaan bangunan dapat memberikan perkiraan biaya dan angka-angka mengenai waktu yang dibutuhkan untuk membuat suatu pondasi beton. Mungkin saja terdapat

perbedaan kecil disana-sini tetapi jika perusahaan nya pernah mengerjakan pekerjaan semacam ini sebelumnya, maka perkiraannya mengenai biaya dan waktu biasanya akan cukup tepat. Dalam hal keterangan yang menyangkut pembiayaan, dalam sistem PERT biasanya direktur proyek lebih menghargai waktu, dan faktor biaya kurang diperhatikan, sedangkan seorang mandor pada suatu perusahaan bangunan tidak dapat mengambil sikap seperti direktur diatas, ia harus menyelesaikan pekerjaan tepat pada waktunya dan dengan biaya yang telah diperkirakan.

Dari pernyataan diatas dapat disimpulkan bahwa perbedaan kebutuhan dalam program yang harus dilaksanakan akan menentukan teknik mana yang akan dipergunakan untuk merencanakan dan mengendalikan pekerjaan yang akan dilakukan nanti. Jika waktu dapat diperkirakan dengan cukup tepat dan biaya-biaya dapat dihitung sejak semula (misalnya biaya tenaga kerja dan biaya bahan untuk suatu proyek bangunan), maka lebih menguntungkan jika dipergunakan CPM yang merupakan salah satu dari dua alternatif metode pengendalian. Sebaliknya jika tingkat ketidakpastian nya sangat besar dan pengendalian terhadap waktu jauh lebih penting dan diutamakan daripada pengendalian terhadap biaya, maka penggunaan PERT merupakan pilihan yang lebih tepat.

Prinsip-prinsip pembentukan jaringan dalam CPM mirip sekali dengan prinsip-prinsip dalam sistem PERT. Jadi jika kita yang sudah mengenal PERT dengan baik, tidak menemui kesulitan lagi dalam menggunakan CPM, sejauh hal ini menyangkut pembentukan jaringannya. Perbedaan utama terletak dalam penentuan perkiraan waktunya.

Dalam sistem CPM ditentukan dua buah perkiraan waktu dan biaya untuk setiap aktivitas yang terdapat dalam jaringan. Kedua perkiraan ini adalah perkiraan normal (*normal estimate*) dan perkiraan cepat (*crash estimate*). Perkiraan waktu yang normal kira-kira sama dengan perkiraan waktu yang paling mungkin dalam PERT. Biaya normal tentu saja adalah biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu proyek dalam waktu normal. Perkiraan waktu cepat adalah waktu yang akan dibutuhkan oleh suatu proyek jika biaya

yang dikeluarkan tidak menjadi persoalan dalam usaha mempersingkat waktu bagi proyek tersebut. Dalam program semacam ini, *manager* akan melakukan apa saja untuk mempercepat selesainya pekerjaan. Jadi biaya mempercepat adalah biaya yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu pekerjaan yang dipercepat, dengan tujuan untuk mempercepat waktu selesainya proyek.

Tabel 3.4. Perbandingan PERT vs CPM untuk beberapa fenomena

No	Fenomena	CPM	PERT
1.	Estimasi kurun waktu kegiatan	Deterministik, satu angka	Probabilistik, tiga angka
2.	Arah orientasi	Ke kegiatan	Ke peristiwa / kejadian
3.	Identifikasi jalur kritis dan <i>float</i>	Dengan hitungan maju dan mundur	Cara sama dengan CPM
4.	Kurun waktu penyelesaian <i>milestone</i> atau proyek	Ditandai dengan suatu angka tertentu	Angka tertentu ditambah <i>varians</i>
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 di konversikan ke CPM dahulu

(Sumber: Soeharto 1997)

3.3 Perencanaan Proyek

3.3.1 Fungsi dan Proses Perencanaan serta Pengendalian

Keberhasilan manajemen proyek ditentukan antara lain oleh ketetapan memilih bentuk organisasi, memilih pimpinan yang cakap dan pembentukan tim proyek yang terintegrasi dan terkoordinasi. Tetapi itu saja tidak cukup. Ada hal lain yang cukup serius untuk diperhatikan, yaitu apa yang harus dikerjakan oleh tim proyek dan Manajer Proyek. Penentuan apa yang akan dikerjakan ini merupakan fungsi dari perencanaan (*planning*). Sedangkan tindakan memastikan

bahwa rencana dikerjakan dengan benar merupakan fungsi pengendalian (*control*).

Yang menjadi lingkup pekerjaan selama proses perencanaan dan pengendalian adalah:

1. Sebelum proyek mulai, selama tahap konsepsi dan pendefinisian, sebuah rencana dipersiapkan untuk menentukan tujuan proyek, tugas-tugas yang akan dikerjakan, jadwal dan anggaran.
2. Selama proyek (dalam tahap akuisisi) rencana yang telah dibuat dibandingkan dengan performansi, waktu dan biaya yang sebenarnya terjadi (aktual)
3. Jika ada perbedaan antara yang direncanakan dan yang terjadi sebenarnya tindakan koreksi perlu dilakukan, dan estimasi biaya dan waktu bisa diperbarui.

Perencanaan dan pengendalian merupakan hal yang esensial dalam manajemen proyek. Kedua hal ini memungkinkan orang untuk memahami apa yang dibutuhkan untuk mencapai tujuan proyek dan mengurangi ketidakpastian tentang apa yang akan dihasilkan dari pengerjaan proyek.

3.3.2 Tahap-tahap Perencanaan Proyek

Setelah kontrak proyek ditanda tangani, maka manajemen puncak dari perusahaan harus memberi wewenang untuk melakukan perencanaan, membuat jadwal dan anggaran.

Langkah-langkah perencanaan meliputi:

1. Penentuan tujuan proyek dan kebutuhan-kebutuhannya. Dalam hal ini perlu ditentukan hasil akhir proyek, waktu, biaya dan performansi yang ditargetkan.
2. Pekerjaan-pekerjaan apa saja yang diperlukan untuk mencapai tujuan proyek haruslah diuraikan dan di daftar.
3. Organisasi proyek dirancang untuk menentukan departemen-departemen yang ada, subkontraktor yang diperlukan dan manajer-manajer yang bertanggung jawab terhadap aktivitas pekerjaan yang ada.
4. Jadwal untuk setiap aktivitas pekerjaan dibuat yang memperlihatkan waktu tiap aktivitas, batas selesai dan *milestone*.

5. Sebuah rencana anggaran dan sumberdaya yang dibutuhkan dipersiapkan. Rencana ini akan memberikan informasi mengenai jumlah sumberdaya dan waktu untuk setiap aktifitas pekerjaan.
6. Ramalan mengenai waktu, biaya dan performasi penyelesaian proyek. Jika pekerjaan proyek yang ditangani mirip dengan proyek yang pernah dikerjakan, perencanaan bisa didasarkan pada pengalaman sebelumnya sebagai bahan pembantu. Sedangkan bila proyek adalah pekerjaan yang benar-benar baru maka perencanaan harus mulai dari awal.

3.3.3 Tahap-tahap Pengendalian Proyek

Pengendalian proyek bertujuan mengarahkan proyek agar tetap berjalan dalam batas waktu, biaya dan performansi yang ditetapkan dalam rencana. Maka untuk dapat melakukan pengendalian perlu adanya perencanaan. Ada beberapa perbedaan antara perencanaan dan pengendalian:

Perencanaan berkonsentrasi pada:

1. Penetapan arah dan tujuan
2. Pengalokasian sumberdaya
3. Pengatisipasian masalah
4. Pemberian motivasi kepada para partisipan untuk mencapai tujuan

Sedangkan pengendalian berkonsentrasi pada:

1. Pengendalian pekerjaan ke arah tujuan
2. Penggunaan secara efektif sumber daya yang ada
3. Perbaikan / koreksi masalah
4. Pemberian imbalan pencapaian tujuan

Langkah- langkah dalam Pengendalian:

Secara umum ada tiga langkah pokok dalam proses pengendalian, yaitu:

1. Menentukan standar performansi sesuatu yang akan dikendalikan

Standar ini bisa berupa spesifikasi teknis, biaya yang dianggarkan, jadwal dan kebutuhan sumberdaya.

2. Membandingkan antara performansi aktual dan performansi standar hasil pekerjaan dan pengeluaran yang sudah terjadi dibandingkan dengan jadwal, biaya dan spesifikasi performansi yang direncanakan.
3. Melakukan tindakan koreksi, bila performansi aktual secara signifikan menyimpang dari yang direncanakan tindakan koreksi perlu dilakukan. Tindakan koreksi bisa berupa perubahan pekerjaan, standar dan rencana diubah atau penambahan sumberdaya.

3.4 Alat Bantu Software Penjadwalan (*Microsoft Project*)

3.4.1 Mengenal *Microsoft Project*

Menurut Madcoms (2008) *microsoft project* adalah program komputer yang digunakan untuk menyusun rencana kerja dalam sebuah proyek. *Project* atau biasa disebut dengan proyek adalah suatu rangkaian pekerjaan mulai dari tahap perencanaan hingga tahap akhir. *Microsoft Project* tidak selalu hanya digunakan untuk membuat rancangan proyek konstruksi, tetapi juga dapat menggunakannya untuk membuat rancangan lain, misalnya merancang kegiatan di sekolah, *event* musik, dan lain sebagainya.

Istilah-istilah dalam *Microsoft Project*

Berikut ini adalah istilah-istilah yang sering digunakan dalam *Microsoft Project* dan sebuah proyek:

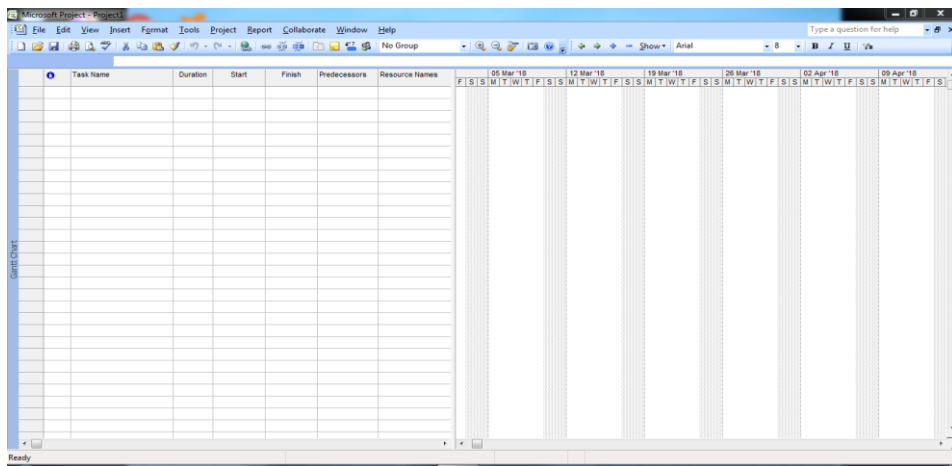
1. *Task* adalah jenis item atau kegiatan atau pekerjaan dalam proyek
2. *Duration* merupakan lama waktu untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, misalnya 1 jam, 3 hari, 2 bulan, dan sebagainya.
3. *Start* adalah tanggal dimulainya suatu pekerjaan
4. *Predecessor* merupakan suatu hubungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lain.
5. *Resources* adalah sumber daya yang terlibat dalam proyek, baik sumber daya manusia maupun material.
6. *Cost* adalah biaya yang dipergunakan untuk menjalankan sebuah proyek.
7. *Gantt Chart* adalah bentuk tampilan dari hasil kerja *Microsoft Project* dalam bentuk grafik batang horizontal 3 dimensi.

8. *Pert Chart* adalah grafik pekerjaan dalam bentuk kotak atau biasa disebut *node*. Dalam *node* ini akan ditampilkan keterangan nama pekerjaan, *start*, *finish* serta hubungan dengan pekerjaan lain.
9. *Baseline* adalah rancangan atau anggaran tetap proyek.
10. *Tracking* adalah peninjauan hasil kerja proyek di lapangan dengan rencana semula dalam *Microsoft Project*.
11. *Milestone* adalah pekerjaan dengan durasi 0 yang digunakan sebagai pekerjaan keterangan.

3.4.2 Mengenal Komponen *Microsoft Project 2007*

Menurut Madcoms (2008) saat bekerja dengan *Project 2007*, ada baiknya mengenali komponen-komponen apa saja yang ada di dalamnya. Hal ini untuk mempermudah dalam mengolah data proyek.

Untuk itu jalankan terlebih dahulu *Microsoft Project* dengan cara klik **Start ► Program ► Microsoft Office 2007 ► Microsoft Office Project 2007** sehingga akan tampil jendela *Microsoft Project 2007* seperti gambar berikut:



Gambar 3.8 Tampilan jendela *Microsoft Office Project Professional 2007*

Sumber: *Microsoft Office Project Professional 2007*

1. *View Bar*

View Bar merupakan salah satu jendela kerja dari *Microsoft Office Project 2007* yang memungkinkan untuk dapat berpindah dari satu lembar kerja ke lembar kerja yang lain. Sebagai contoh, untuk berpindah dari tampilan *Gantt Chart* ke tampilan *Resource Sheet*, bisa langsung memilihnya pada bagian *View Bar*. *View bar* terdiri dari tampilan:

- a. *Calender*
- b. *Gantt Chart*
- c. *Network Diagram*
- d. *Task Usage*
- e. *Tracking Gantt*
- f. *Resource Graph*
- g. *Resource Sheet*
- h. *Resource Usage*
- i. *View More*

2. *Gantt Table*

Gantt Table adalah lembar kerja yang pertama kali tampil saat menjalankan *Microsoft Project 2007*. Lembar kerja ini adalah lembar kerja utama yang digunakan untuk memasukkan unsur-unsur pendukung proyek, yaitu jenis pekerjaan, lama pekerjaan, hubungan antar pekerjaan, dan sumber daya.

3. *Title Bar*

Title Bar adalah baris judul jendela *Microsoft Project 2007*, yang berisi nama *file project* yang sedang terbuka.

4. *Toolbar Standard*

Adalah baris *toolbar* yang berisi tombol-tombol perintah standar yang biasanya terdapat di hampir semua program, misalnya tombol *save*, *open*, *new* dan lain-lain.

5. *Toolbar Formating*

Adalah baris *toolbar* yang berisi tombol-tombol perintah yang dapat digunakan untuk mengolah data ataupun lembar kerja dalam proyek.

6. *Gantt Chart*

Gantt Chart merupakan tampilan grafik bar 3 dimensi yang merupakan ilustrasi durasi waktu pekerjaan sesuai dengan nilai durasi yang dimasukkan dalam lembar kerja *gantt table*.

Analisis penjadwalan dengan bantuan *software Microsoft Project 2007* digunakan untuk menentukan waktu penyelesaian pekerjaan struktur pada Proyek Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia. Asumsi-asumsi yang digunakan dalam pembuatan jadwal sebagai adalah:

1. Satu tahun terdiri dari 52 minggu dan terdapat 56 jam kerja per minggu.
2. Menggunakan jam kalender, yaitu tanggal merah tidak libur atau tetap kerja.
3. Tenaga kerja memenuhi dan tidak terbatas sehingga dapat digunakan kapan saja.
4. Ketersediaan peralatan memenuhi dan dapat digunakan kapan saja.
5. Jam kerja normal, tidak ada lembur.

Dalam membuat jadwal dengan *Microsoft Project 2007*, langkah-langkah yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Memasukkan data berupa uraian kegiatan atau pekerjaan utama.
2. Memasukkan angka durasi pekerjaan yaitu berupa durasi yang diharapkan pada pekerjaan utama dalam satuan hari.
3. Mengatur jadwal hari kerja dan jam kerja, dalam hal ini digunakan tujuh hari kerja (Senin-Minggu) dan jam kerja dari pukul 08.00-12.00, kemudian dilanjutkan pukul 13.00-17.00 dengan tanggal merah atau hari libur tetap bekerja.
4. Menentukan tanggal mulai pelaksanaan proyek.
5. Menentukan *predecessor*
6. Pembuatan jadwal selesai

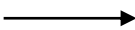
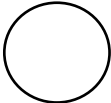
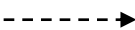
Network diagram yang terlihat pada *Microsoft Project 2007* merupakan diagram PDM (*Precedence Diagram Method*) yaitu diagram dengan teknik *Activity on Node* (AON) dimana letak kegiatan berada di bagian *node*. Pada penjadwalan dengan metode PERT menggunakan teknik diagram *Activity on Arrow* (AOA) seperti halnya metode CPM (*Critical Path Method*), dimana *arrow*

digunakan untuk menggambarkan kegiatan sedangkan *node* menggambarkan *event* atau kejadian.

Pada analisis penjadwalan pekerjaan struktur rangka atap pada proyek Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia menggunakan metode PERT, dengan memakai tiga angka estimasi dalam setiap kegiatan, yaitu optimistik, pesimistik dan paling mungkin. Tetapi pada penjadwalan ini tidak menggunakan diagram CPM, melainkan menggunakan diagram PDM.

3.4.3 Analisis Penjadwalan dengan *Manual Network Diagram*

Untuk membentuk gambar dari rencana jaringan kerja digunakan simbol-simbol yaitu:

1.  Anak panah : “*arrow*” (menyatakan sebuah kegiatan, *activity*).
2.  Lingkaran : “*node*” (menyatakan sebuah kejadian atau peristiwa, *event*).
3.  Anak panah terputus-putus (menyatakan kegiatan semu atau *dummy*).

Setiap garis anak panah menunjukkan suatu kegiatan. Hubungan antara suatu kegiatan dengan kegiatan lain merupakan kejadian (*event*) yang disimbolkan sebagai lingkaran kecil. Suatu kegiatan semu digambarkan sebagai anak panah terputus-putus yang seakan-akan sebagai pemberitahu berpindahnya suatu kegiatan atau berimpit dengan kejadian lain.

Simbol tersebut dapat digunakan untuk menyatakan logika ketergantungan dari beberapa kegiatan. Kegiatan semu (*dummy*) ialah kegiatan yang tidak memerlukan waktu pelaksanaan, tenaga kerja dan tidak menghabiskan sejumlah *resources* lain. Berguna untuk membatasi mulainya kegiatan-kegiatan. (Nurhayati, 2010)

3.4.4 Menghitung Nilai EET (*Earliest Event Time*)

Menghitung besarnya nilai EET digunakan perhitungan ke depan (*Forward Analysis*), dimulai dari kegiatan paling awal dan dilanjutkan dengan kegiatan berikutnya (Ervianto, 2005).

3.4.5 Menghitung Nilai LET (*Latest Event Time*)

Menghitung besarnya nilai LET digunakan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*), dimulai dari kegiatan paling akhir dan dilanjutkan dengan kegiatan sebelumnya (Ervianto, 2005).

3.4.6 Menentukan Lintasan Kritis

Dalam mengestimasi dan menganalisis waktu, akan di dapatkan satu atau beberapa lintasan tertentu dari kegiatan-kegiatan pada *network* tersebut yang menentukan jangka waktu penyelesaian seluruh proyek. Lintasan ini disebut lintasan kritis.

Lintasan kritis adalah jalur atau jalan yang dilintasi atau dilalui yang paling menentukan berhasil atau gagalnya suatu pekerjaan. Dengan kata lain lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan penyelesaian proyek secara keseluruhan (Badri, 1997).

Untuk menentukan lintasan kritis diperlukan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Perhitungan Maju (*forward computation*)

Pada perhitungan maju, perhitungan bergerak mulai dari *initial event* menuju ke terminal *event*. Tujuannya ialah menghitung saat yang paling cepat terjadinya *event* dan saat paling cepat dimulainya serta diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TE, ES, dan EF).

2. Perhitungan Mundur (*backward computation*). Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dari terminal *event* menuju ke *initial event*. Tujuannya ialah untuk menghitung saat paling lambat terjadinya *event* dan saat paling lambat dimulainya dan diselesaikannya aktivitas-aktivitas (TL, LS, dan LF).