

**OPTIMALISASI PELAKSANAAN PROYEK
DENGAN METODE PERT DAN CPM
(Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)**



SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1)
pada Program Sarjana Fakultas Ekonomi
Universitas Diponegoro

Disusun oleh :

**EKA DANNYANTI
NIM. C2A 006 052**

**FAKULTAS EKONOMI
UNIVERSITAS DIPONEGORO
SEMARANG
2010**

PERSETUJUAN SKRIPSI

Nama Penyusun : Eka Dannyanti
Nomor Induk Mahasiswa : C2A006052
Fakultas/Jurusan : Ekonomi/Manajemen
Judul Skripsi : **OPTIMALISASI PELAKSANAAN
PROYEK DENGAN METODE PERT DAN
CPM (Studi Kasus Twin Tower Building
Pasca Sarjana Undip)**
Dosen Pembimbing : Drs. Budi Sudaryanto, MT

Semarang, 17 Desember 2010

Dosen Pembimbing



Drs. Budi Sudaryanto, MT

NIP. 131469443

PENGESAHAN KELULUSAN UJIAN

Nama Penyusun : Eka D annyanti
Nomor Induk Mahasiswa : C2A006052
Fakultas/Jurusan : Ekonomi/Manajemen
Judul Skripsi : **OPTIMALISASI PELAKSANAAN
PROYEK DENGAN METODE PERT DAN
CPM (Studi Kasus Twin Tower Building
Pasca Sarjana Undip)**


Telah dinyatakan lulus ujian pada tanggal : 27 Desember 2010

Tim Penguji :


1. Drs. Budi Sudaryanto, MT

()

2. Drs. Sugiono, MSIE

()

3. Dra. Retno Hidayati, MM

()

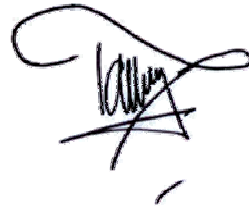
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini saya, Eka Dannyanti, menyatakan bahwa skripsi dengan judul: **Optimalisasi Pelaksanaan Proyek dengan Metode PERT dan CPM (Studi Kasus Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip)**, adalah hasil tulisan saya sendiri. Dengan ini saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya.

Apabila saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja maupun tidak, dengan ini saya menyatakan menarik skripsi yang saya ajukan sebagai hasil tulisan saya sendiri ini. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan menyalin atau meniru tulisan orang lain seolah-olah hasil pemikiran saya sendiri, berarti gelar dan ijasah yang telah diberikan oleh universitas batal saya terima.

Semarang, 17 Desember 2010

Yang membuat pernyataan,



(Eka Dannyanti)
NIM. C2A 006 052

ABSTRAK

Proses perencanaan hingga pengendalian proyek selama pelaksanaan pekerjaan konstruksi merupakan kegiatan penting dari suatu proyek. Keberhasilan atau kegagalan dari suatu proyek dapat disebabkan perencanaan yang tidak matang serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien. Hal tersebut akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas, dan meningkatnya biaya pelaksanaan. Waktu kerja manajemen proyek dibatasi oleh jadwal yang ditentukan sehingga pimpinan yang terlibat dalam proyek harus dapat mengantisipasi perubahan kondisi yang terjadi.

Metode PERT-CPM dapat digunakan untuk mengatur waktu penyelesaian proyek dengan lebih efisien dan efektif. Untuk dapat mengurangi dampak keterlambatan dan pembengkakan biaya proyek dapat diusulkan proses *crashing* dengan tiga alternatif pengendalian; (i) penambahan tenaga kerja, (ii) kerja lembur, dan (iii) subkontrak. Percepatan durasi dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan yang ada di lintasan kritis dan jumlah pemendekkan durasi tiap pekerjaan pada masing-masing alternatif disamakan.

Hasil penelitian menunjukkan durasi optimal proyek adalah 150 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp21.086.217.636,83 pada alternatif subkontrak.

Kata kunci : perencanaan, pengendalian, manajemen proyek, metode PERT-CPM,
crashing

ABSTRACT

Planning until controlling process during construction work are important activity of a project. Success or failing of the project caused by not maximal planning and insufficiently effective controlling, so that the project activity is inefficient. As the consequences of these impacts suffered project delay, decreasing of quality, and increasing performing cost. Project management working time drew the line by given schedule, so the manager of project shall get to anticipate condition changing.

PERT-CPM method can be utilized to manage project working time become more efficient and effective. In order to reduce the impact of the project delay and cost overruns, three alternatives methods can be drawn; (i) additional workforces/labours, (ii) working overtime, and (iii) subcontracting. Acceleration of duration is done on the activities at the critical path and total days that given on each alternative is equaled.

Result showed that subcontracting alternative figured out the optimal time to finish the project which is 150 days with projects total cost Rp21.086.217.636,83.

Keywords : planning, controlling, project management, PERT-CPM method, crashing

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmannirrahim

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas rahmat dan tuntunan-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Optimalisasi Pelaksanaan Proyek Dengan Metode PERT – CPM (Studi Kasus : Twin Tower Building Pasca Sarjana Universitas Diponegoro)”.

Penulis menyadari bahwa dalam proses hingga akhir penulisan skripsi ini, penulis mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Dalam kesempatan ini, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Sugeng Hariyadi dan Rahayu Wulantresna, papa dan mama tercinta, terima kasih atas kasih sayang, doa, nasehat, dukungan, bimbingan, dan kesabarannya selama ini.
2. Bapak Drs. Budi Sudaryanto, MT, selaku dosen pembimbing penulis. Terima kasih atas segala bantuan, waktu, dan pengertiannya dan mohon maaf apabila banyak kesalahan yang dilakukan penulis.
3. Bapak Y. Sugiarto PH, Dr. SU, dan Bapak I Made Bayu Dirgantara SE. MM, terima kasih atas waktu dan diskusi kecilnya yang sangat membantu penulis dalam proses penyusunan skripsi.
4. Bapak Drs. R. Djoko Sampurno, selaku dosen wali yang telah banyak membantu dalam perjalanan pendidikan jenjang S1 penulis di Universitas Diponegoro.

5. Bapak Dr. H. M. Chabachib, Msi, Akt, selaku Dekan Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro Semarang.
6. Segenap dosen Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro dan seluruh staf tata usaha serta perpustakaan, terima kasih atas ilmu bermanfaat yang telah diajarkan dan segala bantuan selama proses penyusunan skripsi.
7. Ibu Kus, segenap staf PT. Utama Karya, dan staf proyek pembangunan Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip, terima kasih atas waktu dan data yang diberikan, serta kesediaanya menjawab pertanyaan-pertanyaan yang diajukan penulis.
8. Kak Ekantallo, selaku pengajar privat Ms. Project yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi.
9. Dwi Indrawan (alm) dan Tri Yoga Nugraha, untuk semua canda tawa, celoteh ringan, dan kepolosan yang mampu menghadirkan senyum, membangkitkan semangat, dan menghapus keputusasaan.
10. Ray Agung S P, terima kasih telah membuat empat tahun terakhir ini begitu bermakna dan mungkin untuk tahun-tahun selanjutnya.
11. Sahabat-sahabat tercinta, Phyna, Fitrah, Dita, Febby, April, Tata, Titut, terima kasih telah menjadi tempat berbagi, berkeluh kesah, bergembira, memberi dukungan, doa, dan perhatian, semoga yang telah kita lewati bersama bisa menjadi kisah klasik untuk masa depan.
12. Teman-teman Manajemen 2006, Niken, Hanung, Unggul, Linta, Denny, Rully, Rizza, Edo, Santi, Erik, Rizke, Achdes, Ekkyta, Ila, Anggi, Faiz,

Dinda, Zie, Alan, Abror, Ajeng, Hima, Resha, Dity, dan masih banyak lagi yang tidak bisa disebutkan satu per satu.

13. Teman-teman KKN BaturSuperTeam, Agung, Widya, Dani, Mas Hendri, Mas Huda, Mas Lutfi, Angga, Takas, Ari, Nyutnyut, Kiki, Rizka, Rena, Tita, Arif, Vaya, Mba Ika, dan Yani, untuk petualangan seru 45 hari di lereng Merbabu.

14. Serta berbagai pihak yang telah membantu proses penyusunan skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Dengan segala kerendahan hati, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan mengingat keterbatasan pengetahuan yang penulis peroleh hingga saat ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun guna terciptanya kesempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pihak-pihak yang membacanya.

Alhamdulillahirobil'amin.

Semarang, 17 Desember 2010

Penulis



Eka D annyanti
NIM. C2A 006 052

DAFTAR ISI

		Halaman
HALAMAN JUDUL.....		i
PERSETUJUAN SKRIPSI.....		ii
PENGESAHAN KELULUSAN UJIAN.....		iii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....		iv
ABSTRAK.....		v
<i>ABSTRACT</i>		vi
KATA PENGANTAR.....		vii
DAFTAR ISI.....		x
DAFTAR TABEL.....		xii
DAFTAR GAMBAR.....		xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....		xv
BAB I	PENDAHULUAN	
	1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
	1.2 Rumusan Masalah.....	5
	1.3 Tujuan Penelitian.....	6
	1.4 Kegunaan Penelitian.....	6
	1.5 Sistematika Penulisan.....	7
BAB II	TELAAH PUSTAKA	
	2.1 Landasan Teori.....	8
	2.1.1 Proyek.....	8
	2.1.2 Manajemen Proyek.....	13
	2.1.3 CPM.....	16
	2.1.4 PERT.....	26
	2.1.5 Perbedaaan PERT dan CPM.....	30
	2.1.6 Durasi Proyek.....	31
	2.1.7 Analisis Optimasi.....	31
	2.2 Penelitian Terdahulu.....	36
	2.3 Kerangka Pemikiran.....	37
BAB III	METODE PENELITIAN	
	3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional.....	39
	3.1.1 Variabel Penelitian.....	39
	3.1.2 Definisi Operasional.....	39
	3.2 Jenis dan Sumber Data.....	41
	3.2.1 Jenis Data.....	41
	3.2.2 Sumber Data.....	42
	3.3 Metode Pengumpulan Data.....	42
	3.4 Metode Analisis.....	43
	3.4.1 Metode CPM.....	45
	3.4.2 Metode PERT.....	47
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN.	
	4.1 Deskripsi Obyek Penelitian.....	51
	4.1.1 Proyek Pembangunan Twin Tower Building Pasca .	

	Sarjana Undip.....	51
4.1.2	Struktur Organisasi Proyek Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip	53
4.1.3	Lingkup Pekerjaan Proyek Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip	59
4.1.4	Visi Misi Program Pasca Sarjana.....	60
4.1.5	PT. Utama Karya (Persero) Sebagai Kontraktor Pelaksana.....	61
4.1.6	Lingkup Usaha PT. Utama Karya Persero	62
4.1.7	Struktur Organisasi PT. Utama Karya Persero.....	64
4.2	Analisis Data	66
4.2.1	Penyusunan Jaringan Kerja (<i>Network Planning</i>)	66
4.2.2	Lintasan Kritis (<i>Critical Path</i>)	73
4.2.3	Percepatan Durasi Proyek atau <i>Project Crashing</i>	76
4.3	Interpretasi Hasil.....	87
BAB V	PENUTUP	
	5.1 Kesimpulan.....	92
	5.2 Keterbatasan	93
	5.3 Saran	93
	DAFTAR PUSTAKA	95
	LAMPIRAN-LAMPIRAN.....	A-1

DAFTAR TABEL

		Halaman
Tabel 2.1	Perbedaan Manajemen Proyek dengan Manajemen Klasik.....	14
Tabel 2.2	Rangkuman Penelitian Terdahulu	36
Tabel 4.1	Daftar Aktivitas Utama, Durasi, dan Biaya Proyek Pembangunan Twin Tower Building.....	67
Tabel 4.2	Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Paling Mungkin, Waktu Pesimis, Standar Deviasi, dan Varians Kegiatan	71
Tabel 4.3	Varians dan Standar Deviasi Proyek Keseluruhan.....	72
Tabel 4.4	Daftar Aktivitas Utama pada Lintasan Kritis.....	75
Tabel 4.5	Analisa Harga Satuan Pekerjaan “Pondasi - Galian tanah pondasi batu belah”	77
Tabel 4.6	Kebutuhan Tenaga Kerja pada Pekerjaan “Pondasi - Galian tanah pondasi batu belah” dengan Durasi Normal.....	78
Tabel 4.7	Kebutuhan Tenaga Kerja pada Pekerjaan “Pondasi - Galian tanah pondasi batu belah” dengan Durasi Dipercepat	78
Tabel 4.8	Daftar Kegiatan Kritis dengan Waktu dan Biaya Normal serta Dipercepat dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja..	80
Tabel 4.9	Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah <i>Crashing</i> dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja	81
Tabel 4.10	Perhitungan Upah Lembur.....	82
Tabel 4.11	Kebutuhan Jam Kerja pada Pekerjaan “Pondasi - Galian tanah pondasi batu belah” dengan Durasi Normal	82
Tabel 4.12	Kebutuhan Jam Kerja pada Pekerjaan “Pondasi - Galian tanah pondasi batu belah” dengan Durasi Dipercepat.....	83
Tabel 4.13	Daftar Kegiatan Kritis dengan Waktu dan Biaya Normal serta Dipercepat dengan Alternatif Kerja Lembur	84
Tabel 4.14	Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah <i>Crashing</i> dengan Alternatif Jam Kerja Lembur.....	85

Tabel 4.15	Daftar Pekerjaan yang Disubkontrakkan	86
Tabel 4.16	Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah <i>Crashing</i> dengan Subkontrak	87
Tabel 4.17	Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah <i>Crashing</i>	91

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Hubungan Keperluan Sumber Daya Terhadap Waktu dalam Siklus Proyek	11
Gambar 2.2 Kegiatan A pendahulu kegiatan B & kegiatan B pendahulu kegiatan C.....	19
Gambar 2.3 Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C	19
Gambar 2.4 Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D.....	20
Gambar 2.5 Kegiatan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D.....	20
Gambar 2.6 Gambar yang salah bila kegiatan A, B dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama.....	21
Gambar 2.7 Kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama	22
Gambar 2.8 Perbandingan Dua Pendekatan Menggambarkan Jaringan Kerja.....	23
Gambar 2.9 Notasi yang Digunakan pada Node Kegiatan	25
Gambar 2.10 Tiga Macam Taksiran Waktu pada Distribusi Beta.....	29
Gambar 2.11 <i>Expected Value</i> , Nilai Tengah, a , m , dan b dalam Distribusi Beta	30
Gambar 2.12 Empat Parameter Model CPM.....	33
Gambar 2.13 Kerangka Pemikiran Teoritis	38
Gambar 4.1 Struktur Organisasi Proyek Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip	54
Gambar 4.2 Struktur Organisasi PT. Hutama Karya (Persero).....	65
Gambar 4.3 Potongan Jaringan Kerja pada Komponen Pekerjaan Persiapan.	69

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran A1	Daftar Komponen Aktivitas Proyek dengan Metode CPM ... A-1
Lampiran A2	Jaringan Kerja (<i>Network Planning</i>) dengan Metode CPM..... B-1
Lampiran A3	Keterangan Waktu ES, EF, LS, dan LF Tiap Kegiatan C-1
Lampiran B1	Daftar Komponen Aktivitas Proyek dengan Metode PERT ... D-1
Lampiran B2	Jaringan Kerja (<i>Network Planning</i>) dengan Metode PERT... E-1
Lampiran C	Daftar Aktivitas Proyek pada Lintasan Kritis F-1
Lampiran D	<i>Project Summary Report</i> dengan Durasi Normal G-1
Lampiran E	<i>Project Summary Report</i> dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja H-1
Lampiran F	<i>Project Summary Report</i> dengan Alternatif Jam Kerja Lembur I-1
Lampiran G	<i>Project Summary Report</i> dengan Alternatif Subkontrak J-1
Lampiran H	Surat Keterangan Penelitian K-1

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Penelitian

Tuntutan pembangunan di segala bidang semakin dirasakan, terutama di negara yang sedang berkembang, hal ini dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup rakyatnya. Banyak kemajuan yang harus dikejar, ketinggalan ini diusahakan harus dikejar dengan pembangunan di segala bidang. Pembangunan tersebut berupa pembangunan fisik proyek, pembangunan gedung, jembatan, jalan tol, industri besar atau kecil, jaringan telekomunikasi, dan lain-lain.

Proyek dapat diartikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dengan mengalokasikan sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau *deliverable* yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, 1999). Semakin maju peradaban manusia, semakin besar dan kompleks proyek yang dikerjakan dengan melibatkan penggunaan bahan-bahan (material), tenaga kerja, dan teknologi yang makin canggih. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor.

Demi kelancaran jalannya sebuah proyek dibutuhkan manajemen yang akan mengelola proyek dari awal hingga proyek berakhir, yakni manajemen

proyek. Bidang manajemen proyek tumbuh dan berkembang karena adanya kebutuhan dalam dunia industri modern untuk mengkoordinasi dan mengendalikan berbagai kegiatan yang kian kompleks. Manajemen proyek mempunyai sifat istimewa, dimana waktu kerja manajemen dibatasi oleh jadwal yang telah ditentukan (Hartawan, n.d). Perubahan kondisi yang begitu cepat menuntut setiap pimpinan yang terlibat dalam proyek untuk dapat mengantisipasi keadaan, serta menyusun bentuk tindakan yang diperlukan. Hal ini dapat dilakukan bila ada konsep perencanaan yang matang dan didasarkan pada data, informasi, kemampuan, dan pengalaman.

Keberhasilan ataupun kegagalan dari pelaksanaan sering kali disebabkan kurang terencananya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien, hal ini akan mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Keterlambatan penyelesaian proyek sendiri adalah kondisi yang sangat tidak dikehendaki, karena hal ini dapat merugikan kedua belah pihak baik dari segi waktu maupun biaya. Dalam kaitannya dengan waktu dan biaya produksi, perusahaan harus bisa seefisien mungkin dalam penggunaan waktu di setiap kegiatan atau aktivitas, sehingga biaya dapat diminimalkan dari rencana semula.

Pada pembangunan sebuah gedung misalnya, diperlukan adanya penanganan manajemen penjadwalan kerja yang baik, karena itu perlu ditangani dengan perhitungan yang cermat dan teliti. Suatu proyek dikatakan baik jika penyelesaian proyek tersebut efisien, ditinjau dari segi waktu dan biaya serta mencapai efisiensi kerja, baik manusia maupun alat (Badri, 1997). Kebutuhan

sumber daya untuk masing-masing aktivitas proyek bisa berbeda, sehingga ada kemungkinan terjadi fluktuasi kebutuhan sumber daya. Fluktuasi kebutuhan ini akan berpengaruh terhadap anggaran, karena ada kalanya dimana sumber daya tidak diberdayakan sedangkan biaya tetap keluar, yang disebut dengan biaya tetap (*fixed cost*).

Perencanaan kegiatan-kegiatan proyek merupakan masalah yang sangat penting karena perencanaan kegiatan merupakan dasar untuk proyek bisa berjalan dan agar proyek yang dilaksanakan dapat selesai dengan waktu yang optimal. Pada tahapan perencanaan proyek, diperlukan adanya estimasi durasi waktu pelaksanaan proyek. Realita di lapangan menunjukkan bahwa waktu penyelesaian sebuah proyek bervariasi, akibatnya perkiraan waktu penyelesaian suatu proyek tidak bisa dipastikan akan dapat ditepati. Tingkat ketepatan estimasi waktu penyelesaian proyek ditentukan oleh tingkat ketepatan perkiraan durasi setiap kegiatan di dalam proyek. Selain ketepatan perkiraan waktu, penegasan hubungan antar kegiatan suatu proyek juga diperlukan untuk perencanaan suatu proyek. Dalam mengestimasi waktu dan biaya di sebuah proyek maka diperlukan optimalisasi. Optimalisasi biasanya dilakukan untuk mengoptimalkan sumber daya yang ada serta meminimalkan risiko namun tetap mendapatkan hasil yang optimal.

Program pasca sarjana Universitas Diponegoro, sebagai unsur pelaksana akademik, bertugas menyelenggarakan program magister dan doktor lintas ilmu. Dalam usaha meningkatkan kualitas pendidikan pasca sarjana, Universitas Diponegoro membangun gedung baru untuk program pasca sarjana. Proyek

pembangunan Twin Tower Building (TTB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro dilaksanakan selama 175 hari kerja dengan anggaran biaya Rp. 21.060.000.000..

Aktivitas proyek pembangunan Twin Tower Building (TTB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro meliputi empat aktivitas besar, yakni kegiatan persiapan, pekerjaan struktur, pekerjaan arsitektur, dan pekerjaan mekanikal elektrikal.

Proyek pembangunan ini dilakukan untuk melengkapi sarana dan prasarana yang telah ada sehingga dapat menunjang usahanya untuk menjadi salah satu universitas riset terbaik di Indonesia. PT. Utama Karya merupakan perusahaan jasa kontraktor yang mengerjakan proyek pembangunan gedung pasca sarjana Universitas Diponegoro. Dalam menjalankan usahanya, PT. Utama Karya belum menggunakan metode diagram *network* dalam merencanakan waktu dan biaya yang dibutuhkan. Selama ini perusahaan dalam menentukan waktu dan biaya yang dibutuhkan hanya berdasarkan pengalaman. Perusahaan seringkali mendapatkan masalah dalam waktu penyelesaian proyek karena waktu penyelesaian tidak sesuai dengan waktu yang telah disepakati sebelumnya. Hal ini akan berdampak buruk bagi perusahaan, diantaranya memperburuk *image* perusahaan yang terkesan tidak mampu menyelesaikan proyek sesuai kontrak yang telah disepakati. Selain itu perusahaan akan mengeluarkan biaya yang lebih banyak dengan tidak tepatnya waktu penyelesaian proyek.

Dalam suatu kondisi pemilik proyek bisa saja menginginkan proyek selesai lebih awal dari rencana semula atau karena faktor eksternal seperti misalnya faktor cuaca, proyek memiliki perkembangan yang buruk sehingga implementasi proyek tidak seperti yang direncanakan, atau dapat dikatakan

kemajuan proyek lebih lambat. Proyek pembangunan Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip direncanakan selesai pada tanggal 23 Juli 2010 dengan 175 hari kerja (PT. Utama Karya (Persero), 2010), namun dalam pelaksanaannya proyek mengalami keterlambatan. Pada tanggal 23 Juli 2010 penyelesaian proyek baru mencapai 85%, dimana pekerjaan arsitektur dan pekerjaan mekanikal elektrikal gedung belum selesai sepenuhnya (PT. Utama Karya (Persero), 2010). Pada bulan Agustus 2010, pekerjaan proyek dinyatakan selesai dan dilakukan peresmian gedung, namun masih banyak perbaikan di sana sini, yakni perbaikan elektrikal, *plumbing*, dan pengecatan.

Untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek ke rencana semula diperlukan suatu upaya percepatan durasi proyek walaupun akan diikuti meningkatnya biaya proyek. Oleh karena itu diperlukan analisis optimalisasi durasi proyek sehingga dapat diketahui berapa lama suatu proyek tersebut diselesaikan dan mencari adanya kemungkinan percepatan waktu pelaksanaan proyek dengan metode PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) dan CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian di atas, maka masalah pokok penelitian ini antara lain terdapat perbedaan umur pelaksanaan proyek dengan umur rencana proyek yang telah ditetapkan. Proyek mengalami keterlambatan karena penggunaan waktu dan biaya yang tidak optimal dalam proses pelaksanaannya.

Permasalahan yang dihadapi antara lain :

- a. Bagaimana bentuk jaringan kerja atau *network* proyek pembangunan Twin Tower Building (TTB) pasca sarjana Universitas Diponegoro?
- b. Berapa durasi optimal proyek Twin Tower Building (TTB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro?
- c. Berapa total biaya proyek Twin Tower Building (TTB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro dengan durasi proyek optimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain untuk :

- a. Menentukan jaringan kerja atau *network* proyek Twin Tower Building (TTB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- b. Menganalisis waktu yang optimal untuk menyelesaikan proyek Twin Tower Building (TTB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.
- c. Menganalisis perkiraan biaya untuk proyek Twin Tower Building (TTB) Pasca Sarjana Universitas Diponegoro yang waktu penyelesaiannya dipercepat.

1.4 Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan dari penelitian ini antara lain untuk :

- a. Menyelesaikan proyek tepat waktu sehingga penggunaan anggaran menjadi efisien dan tidak terjadi pemborosan.
- b. Mengetahui kegiatan mana yang harus bekerja keras diselesaikan agar jadwal dapat terpenuhi.

- c. Mempraktekkan tehnik penjadwalan di dunia nyata dengan melihat keadaan di lapangan yang begitu rumit dan saling mempengaruhi.

1.5 Sistematika Penulisan

Bab I. Pendahuluan, bab ini memuat latar belakang masalah dan rumusan penelitian serta memuat tujuan penelitian, kegunaan penelitian, dan sistematika penulisan.

Bab II. Tinjauan Pustaka, dalam bab ini terdapat sub bab dan landasan teori dari penelitian terdahulu yang memaparkan teori-teori yang berhubungan dengan masalah yang diteliti serta beberapa penelitian yang dilakukan oleh peneliti-peneliti sebelumnya.

Bab III. Metode Penelitian, bab ini menguraikan deskripsi tentang bagaimana penelitian akan dilaksanakan dengan menjelaskan variabel penelitian dan definisi operasional, penentuan jenis sampel, jenis dan sumber data, metode pengumpulan data, dan metode analisis.

Bab IV. Hasil dan Pembahasan, bab ini menguraikan tentang deskripsi objek penelitian melalui gambaran umum dan proses penginterpretasian data yang diperoleh untuk mencari makna dan implikasi dari hasil analisis.

Bab V. Penutup, bab ini berisi kesimpulan dan saran atas hasil penelitian yang dilakukan.

BAB II

TELAAH PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

2.1.1 Proyek

Pengertian Proyek

Proyek dalam analisis jaringan kerja adalah serangkaian kegiatan-kegiatan yang bertujuan untuk menghasilkan produk yang unik dan hanya dilakukan dalam periode tertentu (temporer) (Maharesi, 2002).

Proyek dapat didefinisikan sebagai suatu rangkaian kegiatan yang hanya terjadi sekali, dimana pelaksanaannya sejak awal sampai akhir dibatasi oleh kurun waktu tertentu (Tampubolon, 2004)

Menurut Soeharto (1999, h.2) :

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.

Munawaroh (2003) menyatakan proyek merupakan bagian dari program kerja suatu organisasi yang sifatnya temporer untuk mendukung pencapaian tujuan organisasi, dengan memanfaatkan sumber daya manusia maupun non sumber daya manusia.

Menurut Subagya (2000) :

Proyek adalah suatu pekerjaan yang memiliki tanda-tanda khusus sebagai berikut, yaitu,

- 1. Waktu mulai dan selesainya sudah direncanakan.*
- 2. Merupakan suatu kesatuan pekerjaan yang dapat dipisahkan dari yang lain.*

3. Biasanya volume pekerjaan besar dan hubungan antar aktifitas kompleks.

Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil utama.

Menurut Akbar (2002) :

Kegiatan proyek – dalam proses mencapai hasil akhirnya dibatasi oleh anggaran, jadwal, dan mutu yang harus dipenuhi – dibedakan dari kegiatan operasional, hal tersebut karena sifatnya yang dinamis, non-rutin, multi-kegiatan dengan intensitas yang berubah-ubah, serta memiliki siklus yang pendek.

Dalam Meredith dan Mantel (2006) dikatakan bahwa *”The project is complex enough that the subtasks require careful coordination and control in terms of timing, precedence, cost, and performance.”*

Menurut Yamit (2000), setiap pekerjaan yang memiliki kegiatan awal dan memiliki kegiatan akhir, dengan kata lain setiap pekerjaan yang dimulai pada waktu tertentu dan direncanakan selesai atau berakhir pada waktu yang telah ditetapkan disebut proyek.

Ciri-ciri Proyek

Berdasarkan pengertian proyek di atas, ciri-ciri proyek antara lain :

- a. Memiliki tujuan tertentu berupa hasil kerja akhir.
- b. Sifatnya sementara karena siklus proyek relatif pendek.
- c. Dalam proses pelaksanaannya, proyek dibatasi oleh jadwal, anggaran biaya, dan mutu hasil akhir.
- d. Merupakan kegiatan nonrutin, tidak berulang-ulang.
- e. Keperluan sumber daya berubah, baik macam maupun volumenya.

Jenis-jenis Proyek

Menurut Soeharto (1999), proyek dapat dikelompokkan menjadi :

a. Proyek Engineering-Konstruksi

Terdiri dari pengkajian kelayakan, desain engineering, pengadaan, dan konstruksi.

b. Proyek Engineering-Manufaktur

Dimaksudkan untuk membuat produk baru, meliputi pengembangan produk, manufaktur, perakitan, uji coba fungsi dan operasi produk yang dihasilkan.

c. Proyek Penelitian dan Pengembangan

Bertujuan untuk melakukan penelitian dan pengembangan dalam rangka menghasilkan produk tertentu.

d. Proyek Pelayanan Manajemen

Proyek pelayanan manajemen tidak memberikan hasil dalam bentuk fisik, tetapi laporan akhir, misalnya merancang sistem informasi manajemen.

e. Proyek Kapital

Proyek kapital merupakan proyek yang berkaitan dengan penggunaan dana kapital untuk investasi.

f. Proyek Radio-Telekomunikasi

Bertujuan untuk membangun jaringan telekomunikasi yang dapat menjangkau area yang luas dengan biaya minimal.

g. Proyek Konservasi Bio-Diversity

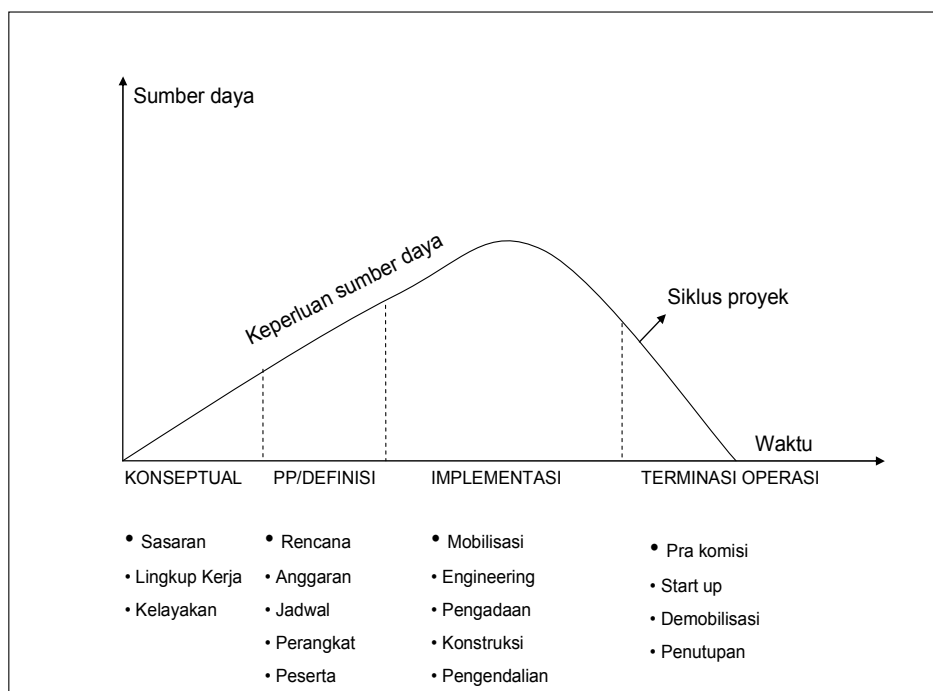
Proyek konservasi bio-diversity merupakan proyek yang berkaitan dengan usaha pelestarian lingkungan.

Tahap Siklus Proyek

Kegiatan-kegiatan dalam sebuah proyek berlangsung dari titik awal, kemudian jenis dan intensitas kegiatannya meningkat hingga ke titik puncak, turun, dan berakhir, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2.1. Kegiatan-kegiatan tersebut memerlukan sumber daya yang berupa jam-orang (*man-hour*), dana, material atau peralatan (Soeharto, 1999).

Gambar 2.1

Hubungan Keperluan Sumber Daya Terhadap Waktu dalam Siklus Proyek



Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

Menurut Soeharto (1999), salah satu sistematika penahapan yang disusun oleh PMI (*Project Management Institute*) terdiri dari tahap-tahap konseptual,

perencanaan dan pengembangan (PP/Definisi), implementasi, dan terminasi.

a. Tahap Konseptual

Dalam tahap konseptual, dilakukan penyusunan dan perumusan gagasan, analisis pendahuluan, dan pengkajian kelayakan. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah dokumen hasil studi kelayakan.

b. Tahap PP/Definisi

Kegiatan utama dalam tahap PP/Definisi adalah melanjutkan evaluasi hasil kegiatan tahap konseptual, menyiapkan perangkat (berupa data, spesifikasi teknik, engineering, dan komersial), menyusun perencanaan dan membuat keputusan strategis, serta memilih peserta proyek. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah dokumen hasil analisis lanjutan kelayakan proyek, dokumen rencana strategis dan operasional proyek, dokumen anggaran biaya, jadwal induk, dan garis besar kriteria mutu proyek.

c. Tahap Implementasi

Pada umumnya, tahap implementasi terdiri dari kegiatan desain-engineering yang rinci dari fasilitas yang hendak dibangun, pengadaan material dan peralatan, manufaktur atau pabrikasi, dan instalasi atau konstruksi. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah produk atau instalasi proyek yang telah selesai.

d. Tahap Terminasi

Kegiatan pada tahap terminasi antara lain mempersiapkan instalasi atau

produk beroperasi (uji coba), penyelesaian administrasi dan keuangan lainnya. *Deliverable* akhir pada tahap ini adalah instalasi atau produk yang siap beroperasi dan dokumen pernyataan penyelesaian masalah asuransi, klaim, dan jaminan.

e. Tahap Operasi atau Utilitas

Dalam tahap ini, kegiatan proyek berhenti dan organisasi operasi mulai bertanggung jawab atas operasi dan pemeliharaan instalasi atau produk hasil proyek.

2.1.2 Manajemen Proyek

Pengertian Manajemen Proyek

H. Kerzner (dikutip oleh Soeharto, 1999) menyatakan, melihat dari wawasan manajemen, bahwa manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan.

Berbeda dengan definisi H. Kerzner (dikutip oleh Soeharto, 1999), PMI (*Project Management Institute*) (dikutip oleh Soeharto, 1999), mengemukakan definisi manajemen proyek sebagai berikut :

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

Berikut ini perbedaan manajemen proyek dengan manajemen klasik menurut D.I. Cleland dan W.R. King (dikutip oleh Soeharto, 1999) :

Tabel 2.1

Perbedaan Manajemen Proyek dengan Manajemen Klasik

Fenomena	Wawasan proyek (Manajemen Proyek)	Wawasan Fungsional (Manajemen Klasik)
Lini-staf dikotomi.	Hierearki lini-staf serta wewenang dan tanggung jawab 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 hirearki vertikal.
Kerja sama untuk mencapai tujuan.	<i>Joint venture</i> 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 berlangsung dalam jangka pendek. Tidak cukup waktu untuk mencapai optimasi operasional proyek.	Terus-menerus dalam jangka panjang sesuai umur instalasi dan produk. Optimasi dapat diusahakan maksimal.

Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

Menurut Siswanto (2007), dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar

bagi perencanaan yang lain, yaitu

- a. Penyusunan jadwal (*scheduling*), anggaran (*budgeting*), kebutuhan sumber daya manusia (*manpower planning*), dan sumber organisasi yang lain.
- b. Proses pengendalian (*controlling*).

Manajemen Proyek meliputi tiga fase (Heizer dan Render, 2005), yaitu :

- a. *Perencanaan*. Fase ini mencakup penetapan sasaran, mendefinisikan proyek, dan organisasi tim-nya.
- b. *Penjadwalan*. Fase ini menghubungkan orang, uang, dan bahan untuk kegiatan khusus dan menghubungkan masing-masing kegiatan satu dengan yang lainnya.
- c. *Pengendalian*. Perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Perusahaan juga merevisi atau mengubah rencana dan menggeser atau mengelola kembali sumber daya agar dapat memenuhi kebutuhan waktu dan biaya.

Handoko (1999:98) menyatakan tujuan manajemen proyek adalah sebagai berikut:

- a. Tepat waktu (*on time*) yaitu waktu atau jadwal yang merupakan salah satu sasaran utama proyek, keterlambatan akan mengakibatkan kerugian, seperti penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk memasuki pasar.
- b. Tepat anggaran (*on budget*) yaitu biaya yang harus dikeluarkan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan.
- c. Tepat spesifikasi (*on specification*) dimana proyek harus sesuai dengan spesifikasi yang telah ditetapkan.

2.1.3 CPM

Pengertian CPM

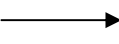

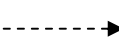
Menurut Levin dan Kirkpatrick (1972), metode Jalur Kritis (*Critical Path Method* - CPM), yakni metode untuk merencanakan dan mengawasi proyek-proyek merupakan sistem yang paling banyak dipergunakan diantara semua sistem lain yang memakai prinsip pembentukan jaringan. Dengan CPM, jumlah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan berbagai tahap suatu proyek dianggap diketahui dengan pasti, demikian pula hubungan antara sumber yang digunakan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek. CPM adalah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis (Siswanto, 2007). CPM merupakan analisa jaringan kerja yang berusaha mengoptimalkan biaya total proyek melalui pengurangan atau percepatan waktu penyelesaian total proyek yang bersangkutan.

Jaringan Kerja

Network planning (Jaringan Kerja) pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan atau divisualisasikan dalam diagram *network*. Dengan demikian dapat dikemukakan bagian-bagian pekerjaan yang harus didahulukan, sehingga dapat dijadikan dasar untuk melakukan pekerjaan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu pekerjaan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

Simbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu *network*

adalah sebagai berikut (Hayun, 2005) :

- a.  (anak panah/busur), mewakili sebuah kegiatan atau aktivitas yaitu tugas yang dibutuhkan oleh proyek. Kegiatan di sini didefinisikan sebagai hal yang memerlukan *duration* (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah *resources* (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Kepala anak panah menunjukkan arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai pada permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan. Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini samasekali tidak mempunyai arti. Jadi, tak perlu menggunakan skala.
- b.  (lingkaran kecil/simpul/node), mewakili sebuah kejadian atau peristiwa atau *event*. Kejadian (*event*) didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan. Sebuah kejadian mewakili satu titik dalam waktu yang menyatakan penyelesaian beberapa kegiatan dan awal beberapa kegiatan baru. Titik awal dan akhir dari sebuah kegiatan karena itu dijabarkan dengan dua kejadian yang biasanya dikenal sebagai kejadian kepala dan ekor. Kegiatan-kegiatan yang berawal dari saat kejadian tertentu tidak dapat dimulai sampai kegiatan-kegiatan yang berakhir pada kejadian yang sama diselesaikan. Suatu kejadian harus mendahului kegiatan yang keluar dari simpul/node tersebut.
- c.  (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau *dummy activity*. Setiap anak panah memiliki peranan ganda dalam mewakili kegiatan dan membantu untuk menunjukkan hubungan utama antara berbagai kegiatan. *Dummy* di sini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan seperti

halnya kegiatan biasa, panjang dan kemiringan *dummy* ini juga tak berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa kegiatan *dummy* tidak memakan waktu dan sumber daya, jadi waktu kegiatan dan biaya sama dengan nol.

- d.  (anak panah tebal), merupakan kegiatan pada lintasan kritis.

Dalam penggunaannya, simbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut (Hayun, 2005) :

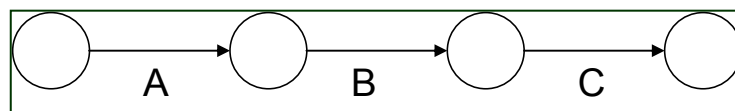
- a. Di antara dua kejadian (*event*) yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.
- b. Nama suatu aktivitas dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor kejadian.
- c. Aktivitas harus mengalir dari kejadian bernomor rendah ke kejadian bernomor tinggi.
- d. Diagram hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*initial event*) dan sebuah saat paling cepat diselesaikannya kejadian (*terminal event*).

Adapun logika ketergantungan kegiatan-kegiatan itu dapat dinyatakan sebagai berikut :

- a. Jika kegiatan A harus diselesaikan dahulu sebelum kegiatan B dapat dimulai dan kegiatan C dimulai setelah kegiatan B selesai, maka hubungan antara kegiatan tersebut dapat di lihat pada gambar 2.2.

Gambar 2.2

Kegiatan A pendahulu kegiatan B & kegiatan B pendahulu kegiatan C

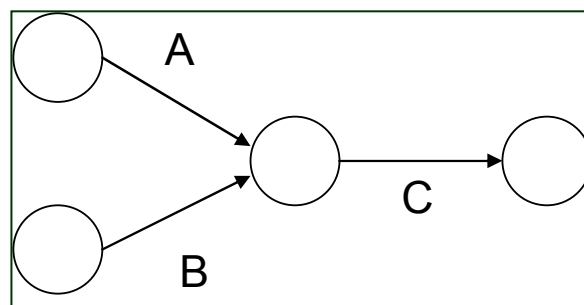


Sumber : Operations Management, 2006

- b. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, maka dapat di lihat pada gambar 2.3.

Gambar 2.3

Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C

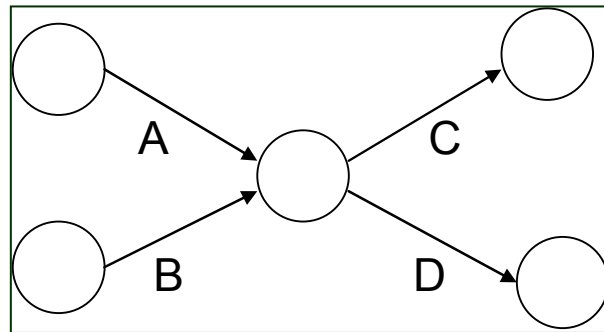


Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

- c. Jika kegiatan A dan B harus dimulai sebelum kegiatan C dan D maka dapat di lihat pada gambar 2.4.

Gambar 2.4

Kegiatan A dan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D

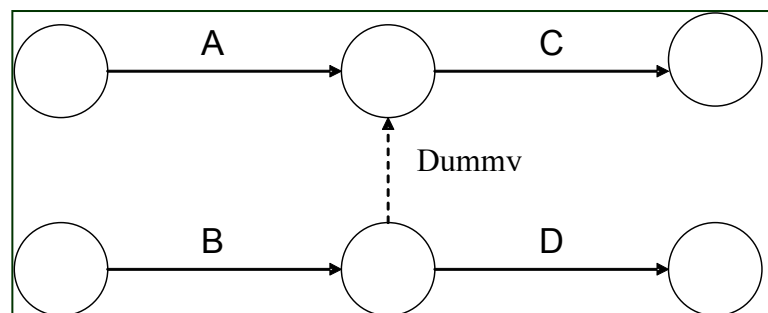


Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

- d. Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, tetapi D sudah dapat dimulai bila kegiatan B sudah selesai, maka dapat dilihat pada gambar 2.5.

Gambar 2.5

Kegiatan B merupakan pendahulu kegiatan C dan D



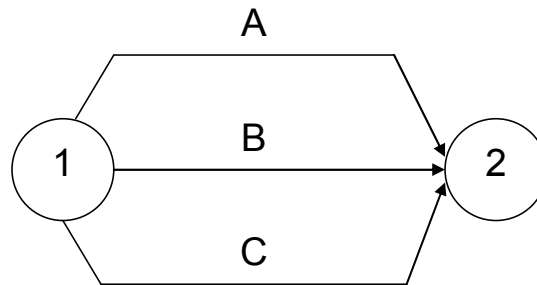
Sumber : Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional, 1999

Fungsi *dummy* (----►) di atas adalah memindahkan seketika itu juga (sesuai dengan arah panah) keterangan tentang selesainya kegiatan B.

- e. Jika kegiatan A,B, dan C mulai dan selesai pada lingkaran kejadian yang sama, maka kita tidak boleh menggambarannya seperti pada gambar 2.6.

Gambar 2.6

Gambar yang salah bila kegiatan A, B dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama

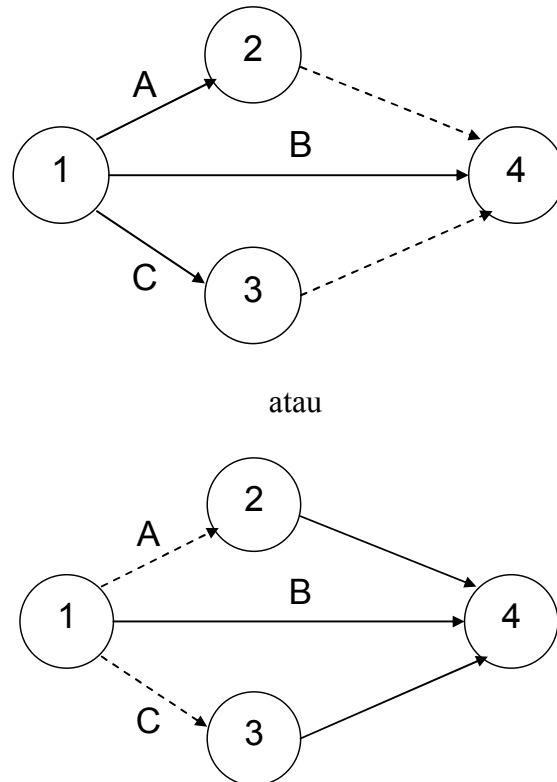


Sumber : Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan, 1999

Untuk membedakan ketiga kegiatan itu, maka masing-masing harus digambarkan *dummy* seperti pada gambar 2.7.

Gambar 2.7

Kegiatan A, B, dan C mulai dan selesai pada kejadian yang sama

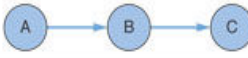
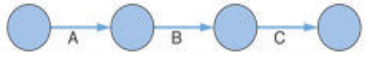
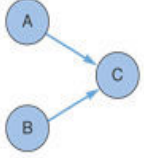
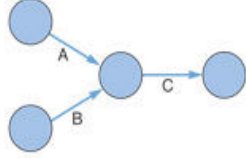
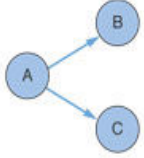
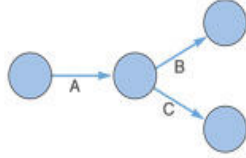
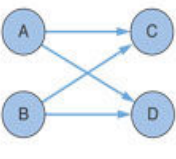
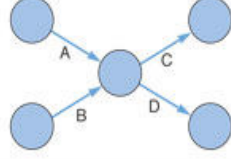
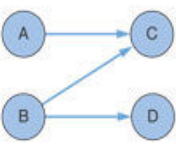
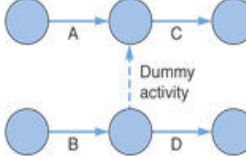
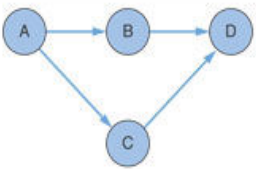
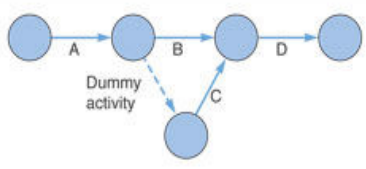


Sumber : Operation Research Model-model Pengambilan Keputusan, 1999

Menurut Heizer dan Render (2005), ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek, yaitu **kegiatan-pada-titik** (*activity-on-node* – AON) dan **kegiatan-pada-panah** (*activity-on-arrow* – AOA). Pada pendekatan AON, titik menunjukkan kegiatan, sedangkan pada AOA, panah menunjukkan kegiatan. Gambar 2.8 mengilustrasikan kedua pendekatan tersebut.

Gambar 2.8

Perbandingan Dua Pendekatan Menggambarkan Jaringan Kerja

	Activity on Node (AON)	Activity Meaning	Activity on Arrow (AOA)
(a)		A comes before B, which comes before C.	
(b)		A and B must both be completed before C can start.	
(c)		B and C cannot begin until A is completed.	
(d)		C and D cannot begin until A and B have both been completed.	
(e)		C cannot begin until both A and B are completed; D cannot begin until B is completed. A dummy activity is introduced in AOA.	
(f)		B and C cannot begin until A is completed. D cannot begin until both B and C are completed. A dummy activity is again introduced in AOA.	

Sumber : Principles of Operations Management, 2004

Lintasan Kritis

Heizer dan Render (2005) menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan dua proses *two-pass*, terdiri atas *forward pass* dan *backward pass*. ES dan EF ditentukan selama *forward pass*, LS dan LF ditentukan selama *backward pass*. ES (*earliest start*) adalah waktu terdahulu suatu

kegiatan dapat dimulai, dengan asumsi semua pendahulu sudah selesai. EF (*earliest finish*) merupakan waktu terdahulu suatu kegiatan dapat selesai. LS (*latest start*) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek. LF (*latest finish*) adalah waktu terakhir suatu kegiatan dapat selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian keseluruhan proyek.

$$ES = \text{Max} \{EF \text{ semua pendahulu langsung}\} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$EF = ES + \text{Waktu kegiatan} \dots\dots\dots (2.2)$$

$$LF = \text{Min} \{LS \text{ dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya}\} \dots\dots (2.3)$$

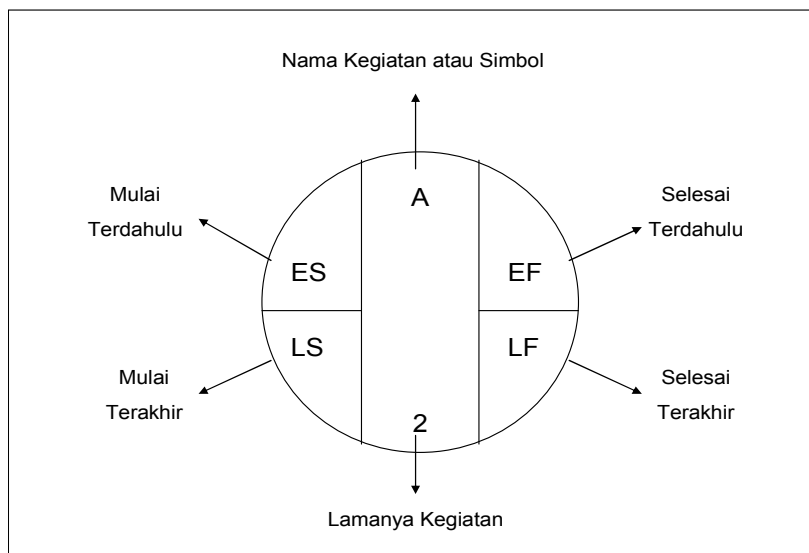
$$LS = LF - \text{Waktu kegiatan} \dots\dots\dots (2.4)$$

Setelah waktu terdahulu dan waktu terakhir dari semua kegiatan dihitung, kemudian jumlah waktu slack (*slack time*) dapat ditentukan. *Slack* adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan (Heizer dan Render, 2005).

$$\text{Slack} = LS - ES \dots\dots\dots (2.5)$$

atau

$$\text{Slack} = LF - EF \dots\dots\dots (2.6)$$

Gambar 2.9**Notasi yang Digunakan pada Node Kegiatan**

Sumber : Operations Management : Manajemen Operasi, 2005

Dalam metode CPM (*Critical Path Method* - Metode Jalur Kritis) dikenal dengan adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama.

Jalur kritis terdiri dari rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek (Soeharto, 1999). Lintasan kritis (*Critical Path*) melalui aktivitas-aktivitas yang jumlah waktu pelaksanaannya paling lama. Jadi, lintasan kritis adalah lintasan yang paling menentukan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan, digambar dengan anak panah tebal (Badri, 1997).

Menurut Badri (1997), manfaat yang didapat jika mengetahui lintasan kritis adalah sebagai berikut :

- a. Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaiannya.
- b. Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- c. Pengawasan atau kontrol dapat dikontrol melalui penyelesaian jalur kritis yang tepat dalam penyelesaiannya dan kemungkinan di *trade off* (pertukaran waktu dengan biaya yang efisien) dan *crash* program (diselesaikan dengan waktu yang optimum dipercepat dengan biaya yang bertambah pula) atau dipersingkat waktunya dengan tambahan biaya lembur.
- d. *Time slack* atau kelonggaran waktu terdapat pada pekerjaan yang tidak melalui lintasan kritis. Ini memungkinkan bagi manajer/pimpro untuk memindahkan tenaga kerja, alat, dan biaya ke pekerjaan-pekerjaan di lintasan kritis agar efektif dan efisien.

Menurut Yamit (2000),

Kegunaan jalur kritis adalah untuk mengetahui kegiatan yang memiliki kepekaan sangat tinggi atas keterlambatan penyelesaian pekerjaan, atau disebut juga kegiatan kritis. Apabila kegiatan keterlambatan proyek maka akan memperlambat penyelesaian proyek secara keseluruhan meskipun kegiatan lain tidak mengalami keterlambatan.

2.1.4 PERT

PERT atau *Project Evaluation and Review Technique* adalah sebuah model Management Science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek (Siswanto, 2007).

Teknik PERT (*Project Evaluation and Review Technique*) adalah suatu metode yang bertujuan untuk mengurangi adanya penundaan, maupun gangguan produksi, serta mengkoordinasikan berbagai bagian suatu pekerjaan secara menyeluruh dan mempercepat selesainya proyek. Teknik ini memungkinkan dihasilkannya suatu pekerjaan yang terkendali dan teratur, karena jadwal dan anggaran dari suatu pekerjaan telah ditentukan terlebih dahulu sebelum dilaksanakan.

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 (Soeharto, 1999).

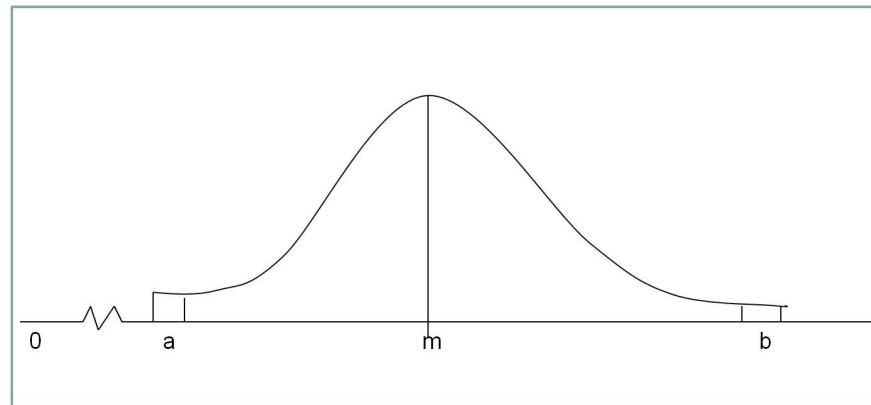
Menurut Heizer dan Render (2005), dalam PERT digunakan distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan, antara lain waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu realistis.

Levin dan Kirkpatrick (1972) menjelaskan bahwa waktu optimis adalah perkiraan waktu yang mempunyai kemungkinan yang sangat kecil untuk dapat dicapai, kemungkinan terjadinya hanya satu kali dari 100, waktu pesimis adalah suatu perkiraan waktu yang lain yang mempunyai kemungkinan sangat kecil untuk dapat direalisasikan, kemungkinan terjadinya juga hanya satu kali dalam 100, sedangkan waktu realistis atau waktu yang paling mungkin adalah waktu yang berdasarkan pikiran estimator. Perkiraan waktu optimis biasanya dinyatakan oleh huruf a, waktu realistis oleh huruf m, dan waktu pesimis dinyatakan oleh huruf b.

Menurut Soeharto (1999), mengingat besarnya pengaruh angka-angka a , m , dan b dalam metode PERT, maka beberapa hal perlu diperhatikan dalam menentukan angka estimasi, diantaranya :

- a. Estimator perlu mengetahui fungsi dari a , m , dan b dalam hubungannya dengan perhitungan-perhitungan dan pengaruhnya terhadap metode PERT.
- b. Di dalam proses estimasi angka-angka a , m , dan b bagi masing-masing kegiatan, jangan sampai dipengaruhi atau dihubungkan dengan target kurun waktu penyelesaian proyek.
- c. Bila tersedia data-data pengalaman masa lalu (*historical record*), maka data demikian akan berguna untuk bahan pembandingan dan banyak membantu mendapatkan hasil yang lebih meyakinkan.

Dari kurva distribusi (gambar 2.10) dapat dijelaskan arti a , b , dan m . Kurva waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah m . Kurva a dan b terletak di pinggir kanan kiri dari kurva distribusi, yang menandai batas rentang waktu kegiatan.

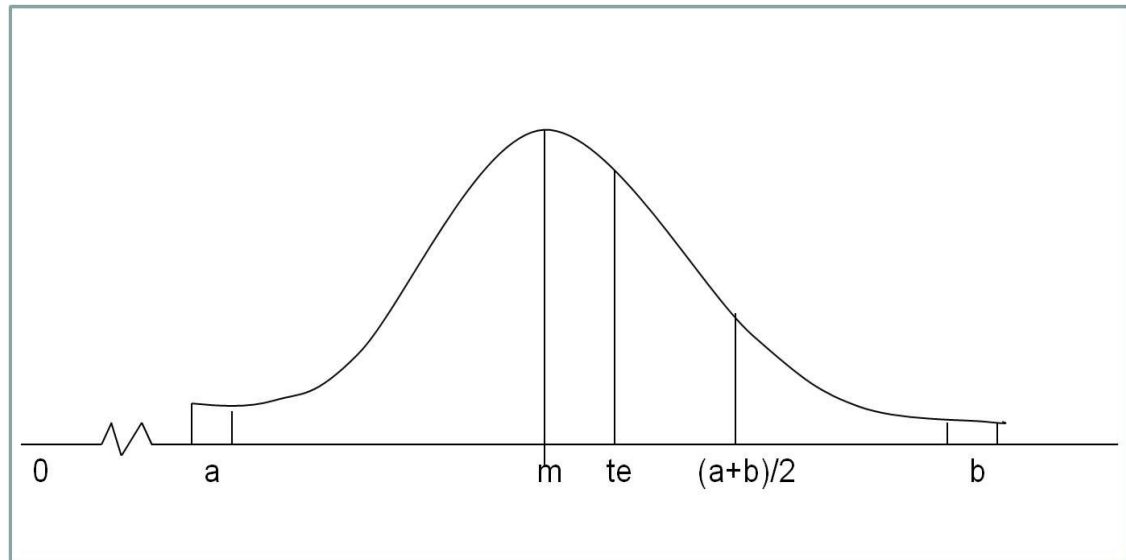
Gambar 2.10**Tiga Macam Taksiran Waktu pada Distribusi Beta**

Sumber : *Operations Research Jilid 2, 2007*

Ketiga angka perkiraan waktu tadi, yaitu a , b , m , dihubungkan menjadi satu angka yang disebut te atau kurun waktu yang diharapkan. Angka te adalah angka rata-rata jika kejadian tersebut dikerjakan berulang dalam jumlah besar. Dalam menentukan angka te dipakai asumsi bahwa kemungkinan terjadinya peristiwa optimis (a) dan pesimis (b) adalah sama, sedangkan jumlah waktu yang paling mungkin (m) adalah 4 kali lebih besar dari dua peristiwa lainnya (gambar 2.11).

Gambar 2.11

Expected Value, Nilai Tengah, a, m, dan b dalam Distribusi Beta



Sumber : *Operations Research Jilid 2, 2007*

2.1.5 Perbedaan PERT dan CPM

Pada prinsipnya yang menyangkut perbedaan PERT dan CPM adalah sebagai berikut :

- a. PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan, sedangkan CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan sehingga data, waktu dan biaya setiap unsur kegiatan telah diketahui oleh *evaluator*.
- b. Pada PERT digunakan tiga jenis waktu pengerjaan yaitu yang tercepat, terlama serta terlayak, sedangkan pada CPM hanya memiliki satu jenis

informasi waktu pengerjaan yaitu waktu yang paling tepat dan layak untuk menyelesaikan suatu proyek.

- c. Pada PERT yang ditekankan tepat waktu, sebab dengan penyingkatan waktu maka biaya proyek turut mengecil, sedangkan pada CPM menekankan tepat biaya.
- d. Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan (hubungan presidentil), sedangkan pada CPM tanda panah adalah kegiatan.

2.1.6 Durasi Proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek (Maharany dan Fajarwati, 2006).

Maharany dan Fajarwati (2006) menjelaskan bahwa faktor yang berpengaruh dalam menentukan durasi pekerjaan adalah volume pekerjaan, metode kerja (*construction method*), keadaan lapangan, serta keterampilan tenaga kerja yang melaksanakan pekerjaan proyek.

2.1.7 Analisis Optimasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, pengertian analisis optimasi dipecah menjadi dua, yaitu analisis dan optimasi. Analisis (analisis data) diartikan sebagai penelaahan dan penguraian atas data hingga menghasilkan simpulan-simpulan, sedangkan optimasi (optimalisasi) diartikan sebagai pengoptimalan, yaitu proses, cara, perbuatan untuk menghasilkan yang paling baik.

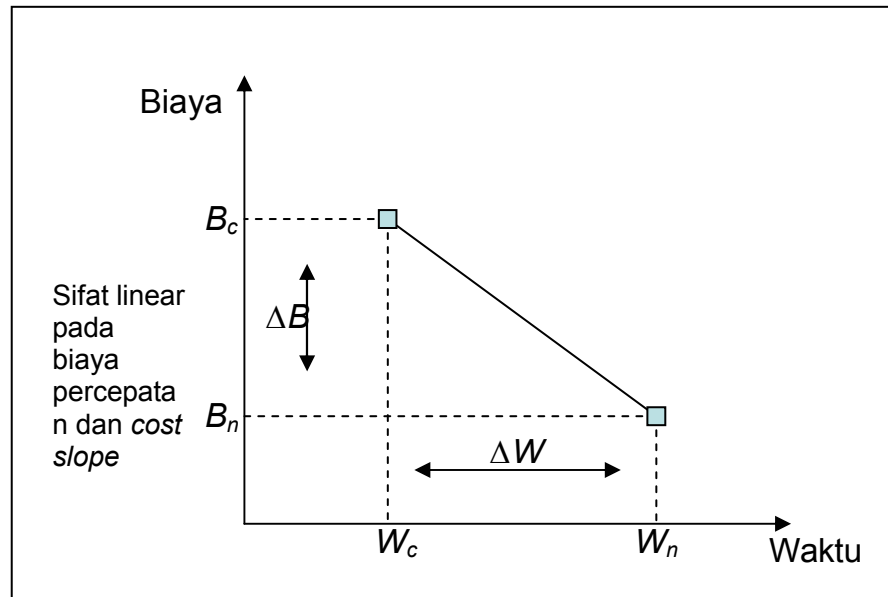
Maharany dan Fajarwati (2006) menjelaskan bahwa analisis optimasi merupakan suatu proses penguraian data-data awal dengan menggunakan suatu metode sebelumnya. Dalam penelitian ini, analisis optimasi diartikan sebagai suatu proses penguraian durasi proyek untuk mendapatkan percepatan durasi yang paling baik (optimal) dengan menggunakan berbagai alternatif ditinjau dari segi biaya. Proses memperpendek waktu kegiatan dalam jaringan kerja untuk mengurangi waktu pada jalur kritis, sehingga waktu penyelesaian total dapat dikurangi disebut sebagai *crashing* proyek (Heizer dan Render, 2005).

Kondisi yang diobservasi model CPM antara lain kondisi penyelesaian proyek secara normal dan kondisi penyelesaian proyek yang dipercepat. Menurut Siswanto (2007), dari dua kondisi yang diobservasi, model CPM menurunkan empat macam parameter, yaitu

- a. Waktu penyelesaian normal atau waktu normal (W_n)
- b. Biaya penyelesaian normal atau biaya normal (B_n)
- c. Waktu penyelesaian yang dipercepat atau waktu cepat (W_c)
- d. Biaya penyelesaian yang dipercepat atau biaya cepat (B_c)

Gambar 2.12

Empat Parameter Model CPM



Sumber : Operations Research Jilid 2, 2007

Garis yang menghubungkan kedua titik (\square) disebut kurva waktu-biaya. Menurut Soeharto (1995), jika 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.

2.2 Penelitian Terdahulu

Metode analisis pada penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Anggara Hayan (2005) dalam “Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang”, menemukan waktu optimal penyelesaian proyek fly over selama 184 hari dengan biaya Rp 700.375.000,-. Setelah dilakukan percepatan waktu dengan

menggunakan jaringan kerja, umur proyek berkurang selama 43 hari. Percepatan waktu ini membuat umur proyek menjadi lebih efisien.

Penelitian yang dilakukan oleh Retno Maharesi (2002) dalam "Penjadwalan Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM", menyatakan bahwa problem penjadwalan aktivitas proyek dapat diminimalkan dengan memaksimalkan penggunaan informasi yang relevan untuk estimasi durasi waktu setiap kegiatan. Proses evaluasi dan *review* dilakukan melalui kontrol pada nilai probabilitas kesuksesan jadwal di setiap event yang rendah nilainya. Jika terjadi reevaluasi kegiatan atau waktu yang dijadwalkan, maka hasil dari metode CPM juga harus dievaluasi kembali. Volume pekerjaan yang harus dilakukan dalam implementasi penggabungan kedua metode (PERT dan CPM) ini sulit, namun dengan perkembangan teknologi komputasi diharapkan dapat dengan mudah diatasi.

Penelitian terdahulu terhadap studi waktu optimal dilakukan oleh Leny Maharany dan Fajawati (2006) yang berjudul "Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode *Least Cost Analysis*". Berdasarkan hasil analisis, dapat diketahui bahwa percepatan durasi pada pembangunan gedung laboratorium SD Model Kabupaten Kuningan adalah 42 hari atau 24% dari durasi normal dengan pengurangan total biaya proyek sebesar Rp 22.370.583,82 atau 1,20% dari total biaya proyek normal. Penelitian ini hanya membahas pembangunan gedung laboratorium saja yang berdasarkan hasil analisis biaya total proyek minimalnya sebesar Rp 1.838.118.605,86 dan durasi optimal 125 hari untuk lembur 4 jam dan 133 hari untuk lembur 2 jam dengan biaya proyek minimal Rp 1.837.688.612,02.

Penelitian dengan metode PERT dan CPM, dilakukan oleh Ari Sandyavitri (2008) dalam "Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi". Pemendekan durasi dilakukan dengan empat alternatif cara, yaitu dengan cara lembur, kerja bergantian, penambahan tenaga kerja baru, dan dengan pemindahan sebagian tenaga kerja dari kegiatan lain. Metode pemendekan durasi dilakukan pada kegiatan-kegiatan di lintasan kritis. Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan peningkatan biaya sebesar Rp 65.509.817,- akibat pemendekan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 68 hari menjadi 53 hari dengan alternatif kerja bergantian (*shift*).

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Teguh Yudha Kusumah dan Silvia Kusuma Wardhani (2008) dalam "Optimasi Waktu dan Biaya pada Jaringan Kerja CPM dan PDM", proses *crashing* pada jaringan kerja CPM maupun PDM menghasilkan titik optimum yang sama yaitu pada 159 hari dengan total biaya Rp 7.456.529.283,90. Proses *crashing* dilakukan dengan tiga alternatif cara, yaitu penambahan jam kerja, penambahan tenaga kerja, dan penambahan *moulding* (cetakan) untuk *precast*. Studi kasus pada penelitian ini adalah proyek pembangunan Rusunawa di Kabupaten Karanganyar yang direncanakan akan selesai dalam waktu 180 hari kerja dengan biaya yang diperlukan sebesar Rp 7.471.680.502,74.

Tabel 2.2

Rangkuman Penelitian Terdahulu

Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul	Tehnik Analisis	Temuan Penelitian
Anggara Hayan, 2005	Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang	PERT, CPM	Waktu optimal penyelesaian proyek fly over selama 184 hari dengan biaya Rp 700.375.000,-. Umur proyek berkurang selama 43 hari. Percepatan waktu ini membuat umur proyek menjadi lebih efisien.
Retno Maharesi, 2002	Penjadwalan Proyek dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM	PERT, CPM	Proses evaluasi dan <i>review</i> dilakukan melalui kontrol pada nilai probabilitas kesuksesan jadwal di setiap event yang rendah nilainya. Jika terjadi reevaluasi kegiatan atau waktu yang dijadwalkan, maka hasil dari metode CPM juga harus dievaluasi kembali.
Leny Maharany dan Fajawati, 2006	Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode <i>Least Cost Analysis</i>	Least Cost Analysis	Diketahui bahwa percepatan durasi pada pembangunan gedung laboratorium SD Model Kabupaten Kuningan adalah 42 hari atau 24% dari durasi normal dengan pengurangan total biaya proyek sebesar Rp 22.370.583,82 atau 1,20% dari total biaya proyek normal.

Peneliti dan Tahun Penelitian	Judul	Tehnik Analisis	Temuan Penelitian
Ari Sandyavitri, 2008	Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi	PERT, CPM	Berdasarkan hasil perhitungan, didapatkan peningkatan biaya sebesar Rp 65.509.817,- akibat pemendekan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 68 hari menjadi 53 hari.
Teguh Yudha Kusumah dan Silvia Kusuma Wardhani, 2008	Optimasi Waktu dan Biaya pada Jaringan Kerja Critical Path Method (CPM) dan Preceden Diagram Method (PDM)	CPM, PDM	Proses <i>crashing</i> pada jaringan kerja CPM maupun PDM menghasilkan titik optimum yang sama, yaitu terletak pada 159 hari dan biaya proyek sebesar Rp 7.456.529.283, 90.

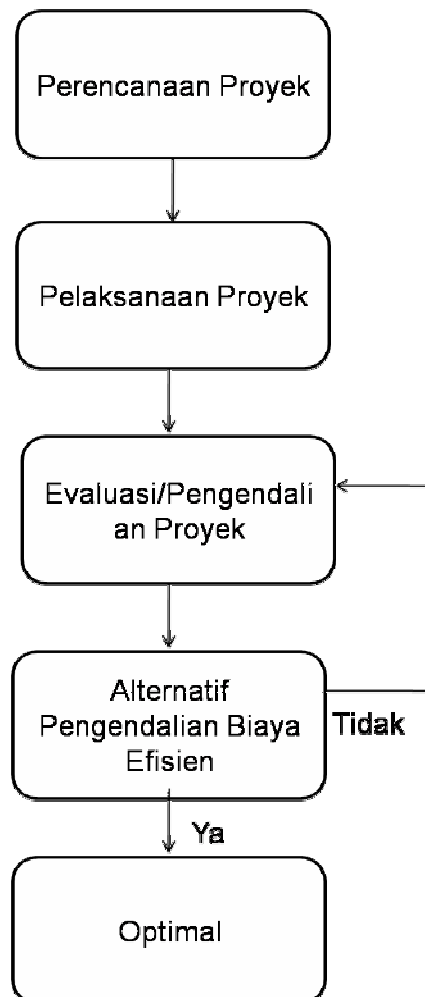
Sumber: Dari berbagai penelitian terdahulu

2.3 Kerangka Pemikiran

Perencanaan dan pengendalian proyek merupakan pengaturan aktivitas-aktivitas melalui koordinasi waktu dalam menyelesaikan keseluruhan pekerjaan dan pengalokasian sumber daya pada masing-masing aktivitas, agar keseluruhan pekerjaan dapat diselesaikan dengan waktu dan biaya yang efisien.

Manajemen proyek menetapkan dan mengkoordinasikan tujuan proyek serta merencanakan dan mengendalikan sumber daya untuk mencapai efisiensi pelaksanaan proyek. Tujuan proyek biasanya dinyatakan dalam bentuk penghematan waktu dan biaya produksi.

Gambar 2.13
Kerangka Pemikiran Teoritis



Sumber : Dikembangkan untuk penelitian, 2010

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Variabel Penelitian dan Definisi Operasional

Metode Penelitian merupakan suatu cara yang dilakukan dalam proses penelitian yaitu memperoleh fakta-fakta dan prinsip-prinsip dengan sabar, hati-hati, dan matematis untuk mewujudkan kebenaran (Ferdinand, 2006).

3.1.1 Variabel Penelitian

Variabel secara umum dibagi menjadi dua, yaitu variabel independen dan variabel dependen. Variabel independen merupakan tipe variabel yang menjelaskan atau mempengaruhi variabel lain, sedangkan variabel dependen adalah tipe variabel yang dijelaskan atau dipengaruhi oleh variabel independen.

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah variabel waktu optimal proyek sebagai variabel dependen, sedangkan variabel independennya, yaitu durasi proyek, hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek, dan rencana anggaran biaya.

3.1.2 Definisi Operasional

Dalam mempermudah proses penganalisaan maka tiap variabel akan didefinisikan secara operasional. Definisi operasional merupakan penjabaran satu variabel penelitian ke dalam indikator-indikator yang terperinci.

Definisi operasional dari variabel penelitian adalah sebagai berikut :

a. Waktu optimal proyek

Waktu dalam hal ini adalah lamanya suatu rangkaian ketika proses berlangsung, yang merupakan penjabaran perencanaan proyek menjadi urutan langkah-langkah kegiatan untuk mencapai sasaran. Waktu optimal proyek adalah jumlah waktu penyelesaian proyek yang terbaik atau waktu yang relatif singkat.

b. Durasi proyek

Durasi proyek adalah jumlah waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan seluruh pekerjaan proyek.

c. Hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek

Hubungan ketergantungan antar kegiatan proyek terkait dengan kegiatan mana yang harus didahulukan atau dikerjakan dan dapat dilihat pula bahwa suatu kegiatan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

d. Rencana anggaran biaya proyek

Biaya proyek adalah anggaran yang dikeluarkan untuk pelaksanaan proyek, dalam hal ini merupakan penggunaan dana untuk melaksanakan pekerjaan dalam kurun waktu tertentu. Dalam mengerjakan suatu proyek, aspek biaya diperhitungkan dengan membuat hubungan biaya dan waktu (*duration*) untuk setiap aktifitas yang dilakukan. Biaya dalam hal ini hanya biaya langsung saja, tidak termasuk biaya administrasi, supervisi dan lain-lain.

3.2 Jenis dan Sumber Data

3.2.1 Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini berupa :

- a. Data Kualitatif, merupakan data yang hanya dapat diukur secara tidak langsung, data tidak dinyatakan dalam bentuk angka, tetapi diuraikan dengan cara memberikan pengertian, penerangan, dan menafsirkan data yang diperoleh (Hadi, 1994).

Dalam penelitian ini diperlukan data mengenai kegiatan proyek dan hubungan ketergantungan antar kegiatan. Hubungan ketergantungan sangat diperlukan karena dengan diketahuinya hubungan ketergantungan ini maka kegiatan yang harus didahulukan dapat dikerjakan dan dapat dijadikan dasar untuk melakukan kegiatan selanjutnya dan dapat dilihat pula bahwa suatu kegiatan belum dapat dimulai apabila kegiatan sebelumnya belum selesai dikerjakan.

- b. Data Kuantitatif, yaitu data dengan menggunakan pengukuran-pengukuran dan pembuktian-pembuktian, khususnya pengujian hipotesis yang dirumuskan sebelumnya dengan menggunakan metode statistika untuk mengukur dan membuktikan penelitian (Sugiyono, 1999).

Dalam penelitian ini data yang diperlukan adalah data mengenai waktu kegiatan, jadwal pelaksanaan proyek, biaya proyek, data perkiraan kebutuhan tenaga kerja proyek, dan data lain yang berhubungan dengan permasalahan penelitian.

- c. Data Primer, merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, diamati, dan di catat untuk pertama kalinya (Marzuki, 2005).
- d. Data Sekunder, merupakan data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti. Data sekunder diperoleh dari Biro Statistik, dokumen-dokumen perusahaan atau organisasi, surat kabar dan majalah, ataupun publikasi lainnya (Marzuki, 2005). Biasanya sudah dalam bentuk publikasi seperti data yang diperoleh dari situasi-situasi internet dan data lainnya yang berhubungan langsung dengan objek yang diteliti sebagai sumber perhitungan sehingga menjadi data yang siap digunakan.

3.2.2 Sumber Data

Dalam penelitian ini, penelitian dilakukan pada proyek pembangunan Twin Tower Building (TTB) 6 Lantai Pasca Sarjana Universitas Diponegoro dan mengambil bahan penelitian dari *schedule* (jadwal) pelaksanaan proyek dan rencana anggaran biaya (RAB) proyek. Data tersebut diperoleh dari kontraktor pelaksana.

3.3 Metode Pengumpulan Data

Dalam melakukan penelitian, data yang dikumpulkan akan digunakan untuk memecahkan masalah yang ada sehingga data tersebut harus benar-benar dapat dipercaya dan akurat. Dalam suatu penelitian ilmiah, metode pengumpulan data dimaksudkan untuk memperoleh bahan-bahan yang relevan, akurat, dan terpercaya.

Metode pengumpulan data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah:

a. Wawancara

Wawancara sebagai tehnik pencarian dan pengumpulan informasi dilakukan dengan mendatangi secara langsung kepada para responden untuk dimintai keterangan mengenai sesuatu yang diketahuinya (bisa mengenai suatu kejadian, fakta, maupun pendapat responden) (Subiyanto, 2000).

b. Observasi

Observasi adalah pengamatan dan pencatatan secara teliti dan sistematis atas gejala-gejala (fenomena) yang sedang diteliti (Soeratno dan Arsyad, 2008)

c. Studi Pustaka

Pengumpulan data yang dilakukan dengan membaca buku-buku literatur, jurnal-jurnal, internet, majalah, dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

3.4 Metode Analisis

Keadaan yang dihadapi disini adalah adanya perbedaan umur pelaksanaan proyek dengan umur rencana proyek yang telah ditetapkan. Umur rencana proyek biasanya lebih pendek daripada umur pelaksanaan proyek. Optimalisasi waktu dan biaya yang akan dilakukan adalah mempercepat durasi proyek dengan penambahan biaya yang seminimal mungkin. Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Menurut Kusumah dan Wardhani (2008), terminologi proses *crashing* adalah dengan

mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. Proses *crashing* dipusatkan pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis.

Percepatan durasi dapat dilakukan pada kegiatan-kegiatan yang dilalui oleh lintasan kritis. Ada beberapa cara untuk mempercepat suatu kegiatan, sehingga didapat alternatif terbaik sesuai dengan kondisi kontraktor pelaksana. Cara-cara tersebut misalnya :

- a. Perubahan hubungan logika ketergantungan antar kegiatan
- b. Menambah sumber daya manusia
- c. Melaksanakan kerja lembur
- d. Menambah atau mengganti peralatan
- e. Menambah ketersediaan material

Hal tersebut tentunya akan menambah biaya. Penambahan biaya ini akan memberikan suatu besaran perbedaan biaya akibat percepatan waktu sesuai dengan banyak waktu percepatannya, dalam hal ini optimalisasi waktu dibatasi oleh peningkatan biaya maksimal 1% dari total biaya pembangunan Twin Tower Building (TTB) 6 Lantai Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.

Tehnik analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan pendekatan PERT dan CPM. Estimasi waktu penyelesaian suatu proyek dapat diketahui dengan cara :

- a. Single duration estimate atau perkiraan waktu (durasi) tunggal untuk setiap kegiatan (pendekatan CPM)

- b. Triple duration estimate, yaitu cara perkiraan waktu yang didasarkan atas tiga jenis durasi waktu, yaitu waktu optimis (a), waktu pesimis (b), dan waktu realistis (m) (pendekatan PERT).

Menurut Agustini dan Rahmadi (2004), prinsip penyusunan jaringan kerja pada metode PERT dan CPM adalah sama, namun terdapat perbedaan mendasar antara keduanya, yaitu terletak pada konsep biaya yang dikandung CPM yang tidak ada di dalam metode PERT.

3.4.1 Metode CPM

Menurut Heizer dan Render (2006), CPM membuat asumsi bahwa waktu kegiatan diketahui pasti, hingga hanya diperlukan satu faktor waktu untuk tiap kegiatan. Pada CPM dipakai cara “deterministik”, yaitu memakai satu angka estimasi. Jadi, disini kurun waktu untuk menyelesaikan pekerjaan dianggap diketahui, kemudian pada tahap berikutnya, diadakan pengkajian lebih lanjut untuk memperpendek kurun waktu, misalnya dengan menambah biaya atau *time cost trade-off* atau *crash program*. Menurut Soeharto (1999), dalam menganalisis proses *crashing* digunakan asumsi berikut :

- a. Jumlah sumber daya yang tersedia tidak merupakan kendala. Ini berarti dalam menganalisis program mempersingkat waktu, alternatif yang akan dipilih tidak dibatasi oleh tersedianya sumber daya.
- b. Bila diinginkan waktu penyelesaian lebih cepat, maka sumber daya akan bertambah. Sumber daya ini dapat berupa tenaga kerja, material peralatan, atau bentuk lainnya yang dapat dinyatakan dalam sejumlah dana.

Sistematika dari proses penyusunan jaringan kerja (*network*) adalah sebagai berikut (Soeharto, 1999) :

- a. Mengkaji dan mengidentifikasi lingkup proyek, menguraikan, memecahkannya menjadi kegiatan-kegiatan atau kelompok kegiatan yang merupakan komponen proyek.
- b. Menyusun kembali komponen-komponen pada butir 1, menjadi mata rantai dengan urutan yang sesuai logika ketergantungan.
- c. Memberikan perkiraan kurun waktu bagi masing-masing kegiatan yang dihasilkan dari penguraian lingkup proyek.
- d. Mengidentifikasi jalur kritis (*critical path*) dan *float* pada jaringan kerja.

Untuk menentukan waktu penyelesaian proyek, maka harus diidentifikasi apa yang disebut jalur kritis. Jalur (*path*) merupakan serangkaian aktivitas berhubungan yang bermula dari node awal ke node penyelesaian/ akhir. Untuk menyelesaikan proyek, semua jalur harus dilewati. Oleh karena itu, harus ditentukan jumlah waktu yang dibutuhkan berbagai jalur tersebut. Jalur terpanjang yang melewati, menentukan total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Jika aktivitas pada jalur terpanjang itu ditunda, maka seluruh proyek akan mengalami keterlambatan. Aktivitas jalur terpanjang merupakan aktivitas jalur kritis, dan jalur terpanjang itu disebut jalur kritis.

Setelah jalur kritis diketahui, langkah selanjutnya adalah melakukan percepatan proyek. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut :

- a. Menentukan waktu percepatan dan menghitung biaya tambahan untuk percepatan setiap kegiatan.

- b. Mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan mengutamakan kegiatan kritis yang memiliki slope biaya terendah. Apabila upaya percepatan dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang tidak berada pada lintasan kritis, maka waktu penyelesaian keseluruhan tidak akan berkurang.
- c. Susun kembali jaringan kerjanya.
- d. Ulangi langkah kedua dan berhenti melakukan upaya percepatan apabila terjadi penambahan lintasan kritis. Apabila terdapat lebih dari satu lintasan kritis, maka upaya percepatan dilakukan serentak pada semua aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Usahakan agar tidak terjadi penambahan atau pemindahan jalur kritis apabila diadakan percepatan durasi pada salah satu kegiatan.
- e. Upaya percepatan dihentikan apabila aktivitas-aktivitas pada lintasan kritis telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin ditekan lagi).
- f. Hitung biaya keseluruhan akibat percepatan untuk mengetahui total biaya proyek yang dikeluarkan.

Aspek biaya dalam penjadwalan proyek diperhitungkan karena adanya hubungan ketergantungan antara durasi waktu dengan biaya. Biaya yang dihitung adalah biaya langsung.

3.4.2 Metode PERT

Dalam manajemen proyek, penentuan waktu penyelesaian kegiatan merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi penyusunan jadwal, anggaran, kebutuhan sumber

daya manusia, dan sumber organisasi lainnya, serta dasar bagi proses pengendalian (Siswanto, 2007). Oleh karena itu, penentuan waktu yang tidak akurat akan dapat mengganggu proses manajemen selanjutnya. Metode PERT digunakan dalam penelitian ini karena PERT memegang peranan yang sangat penting bukan hanya dalam hal peningkatan akurasi penentuan waktu kegiatan, tetapi juga dalam hal pengkoordinasian dan pengendalian kegiatan-kegiatan. Digunakan asumsi bahwa waktu penyelesaian kegiatan bervariasi dan bergantung pada banyak faktor. Dalam Heizer dan Render (2006), PERT mengatasi masalah variabilitas waktu aktivitas saat melakukan penjadwalan proyek. Menurut Handoko (1999), PERT bukan hanya berguna untuk proyek-proyek raksasa yang memerlukan waktu tahunan dan ribuan pekerja, tetapi juga digunakan untuk memperbaiki efisiensi pengerjaan proyek-proyek segala ukuran.

Pada PERT, penekanan diarahkan kepada usaha mendapatkan kurun waktu yang paling baik (ke arah yang lebih akurat). PERT menggunakan unsur *probability*. Dalam Siswanto (2007), disebutkan bahwa PERT, melalui distribusi beta, menggunakan taksiran-taksiran waktu untuk menentukan waktu penyelesaian suatu kegiatan agar lebih realistis. Menurut Hayan (2005), *triple duration estimate* merupakan dasar perhitungan untuk PERT yang mempunyai asumsi dasar bahwa suatu kegiatan dilakukan berkali-kali, maka *actual time* akan membentuk distribusi beta dimana *optimistic* (waktu optimis) dan *pessimistic duration* (waktu pesimis) merupakan buntut (*tail*), sedangkan *most likely duration* (waktu realistis) adalah mode dari distribusi beta tersebut. Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return (te)* dengan rumus

sebagai berikut :

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

te = *expected duration*

a = waktu optimis

m = waktu realistis

b = waktu pesimis

Dengan menggunakan konsep *te*, maka jalur kritis dapat diidentifikasi.

Pada jalur kritis berlaku *slack* = 0 (Soeharto, 1999).

Rentang waktu pada tiga angka estimasi PERT menandai derajat ketidakpastian dalam estimasi kurun waktu. Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b, dirumuskan sebagai berikut :

Deviasi standar kegiatan :

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

S = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

Untuk variasi kegiatan dirumuskan :

Varians kegiatan :

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

V(te) = varians kegiatan

S = deviasi standar kegiatan

a = waktu optimis

b = waktu pesimis

Untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target $T(d)$ yang dinyatakan dengan rumus :

$$z = \frac{T(d) - TE}{S} \dots\dots\dots(3.4)$$

z = angka kemungkinan mencapai target

T(d) = target jadwal

TE = jumlah waktu kegiatan kritis

S = deviasi standar kegiatan

Angka z merupakan angka probabilitas yang persentasenya dapat dicari dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif z.