

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

**EKA DANNYANTI**

**Dosen Pembimbing : Drs. Budi Sudaryanto, MT**

**Fakultas Ekonomi Universitas Diponegoro**

---

## ***ABSTRACT***

*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*

## PENDAHULUAN

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. 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.

.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 elektrik. PT. Utama Karya merupakan perusahaan jasa kontraktor yang mengerjakan proyek pembangunan gedung pasca sarjana Universitas Diponegoro.

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 elektrik 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).

## **RUMUSAN MASALAH**

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?

## **LANDASAN TEORI**

### **Proyek**

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.

### **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.*

### **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. 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.

### **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*. 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.

## **PERT**

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

### **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.

### **Analisis Optimasi**

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).

## **PENELITIAN TERDAHULU**

Metode analisis pada penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Anggara Hayun (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 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.

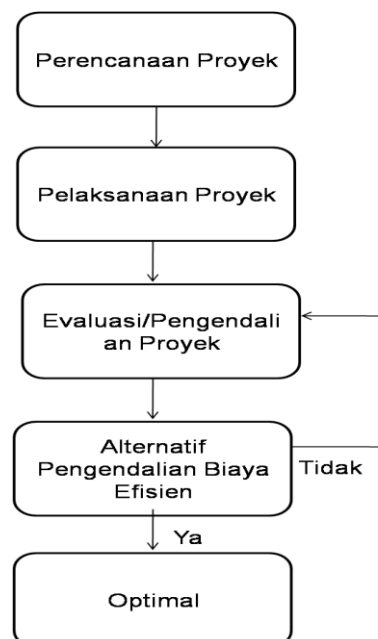
Penelitian dengan metode PERT dan CPM, dilakukan oleh Ari Sandyavitri (2008) dalam ”Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi”. Pemendekan durasi dilakukan dengan empat alternatif cara, yaitu dengan cara lembur, kerja bergantian, penambahan tenaga kerja baru, 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*).

## KERANGKA PEMIKIRAN

### Kerangka Pemikiran Teoritis



Sumber : Dikembangkan untuk penelitian, 2010

## **METODE PENELITIAN**

### **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.

### **Metode Pengumpulan Data**

Metode pengumpulan data yang dipergunakan pada penelitian ini adalah wawancara, observasi, dan studi pustaka

### **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.

Ada beberapa cara untuk mempercepat suatu kegiatan, sehingga didapat alternatif terbaik sesuai dengan kondisi kontraktor pelaksana. Cara-cara tersebut antara lain :

- a. Menambah sumber daya manusia
- b. Melaksanakan kerja lembur
- c. Subkontrak

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. 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.

### **Metode CPM**

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.

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.

### Metode PERT

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 realistik. Kemudian diasumsikan pendekatan dari durasi rata-rata yang disebut *expected return* ( $te$ ) dengan rumus sebagai berikut :

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

Besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b, dirumuskan sebagai berikut :

Deviasi standar kegiatan :

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

Varians kegiatan :

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

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

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

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Objek Penelitian

Objek pada penelitian ini adalah sebuah proyek pembangunan Twin Tower Building Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Lokasi pembangunan Twin Tower Building Pasca Sarjana Undip terletak di tengah kota, tepatnya jalan Imam Barjo, SH No. 5 Semarang, Jawa Tengah.

### Analisis Data

Penelitian ini menganalisis optimalisasi durasi percepatan proyek dengan menggunakan berbagai alternatif percepatan proyek yang memberikan kontribusi biaya paling rendah dengan waktu penyelesaian tercepat.

### Penyusunan Jaringan Kerja (*Network Planning*)

Aktivitas proyek pembangunan Twin Tower Building sangat banyak, tabel 4.1 di bawah ini menunjukkan daftar aktivitas utama, durasi, dan biaya proyek.

#### Daftar Aktivitas Utama, Durasi, dan Biaya Proyek

<b>N0.</b>	<b>AKTIVITAS UTAMA</b>	<b>DURASI (HARI)</b>	<b>BIAYA</b>
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>	175	Rp 72.567.500,00
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>		
A	Pondasi	55	Rp 3.328.153.951,23
B	Struktur Lantai 01	20	Rp 346.758.980,00
C	Struktur Lantai 02	25	Rp 1.206.884.258,00
D	Struktur Lantai 03	20	Rp 937.429.663,00
E	Struktur Lantai 04	20	Rp 781.596.408,00
F	Struktur Lantai 05	20	Rp 781.596.408,00
G	Struktur Lantai 06	20	Rp 919.544.115,00
H	Atap Beton/Dak	10	Rp 560.417.536,00
I	Ring Balok, Talang, Parapet, Listplank	5	Rp 281.069.320,50
J	Balok Kanopi	5	Rp 43.692.694,00
K	Penutup Atap	10	Rp 711.904.944,00
<b>III</b>	<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR</b>		
A	Pekerjaan pasangan & plesteran	75	Rp 866.826.073,50
B	Pekerjaan Lantai/pelapis dinding	55	Rp 725.562.938,00
C	Pekerjaan Kosen, penggantung, dll	70	Rp 1.714.650.100,00
D	Pekerjaan Plafond	65	Rp 397.490.050,00
E	Pekerjaan Cat	40	Rp 250.939.074,00
F	Pekerjaan Sanitair	40	Rp 163.796.200,00
G	Pekerjaan Lain-lain	80	Rp 345.519.003,48

IV	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL		
A	Pekerjaan Elektrikal	80	Rp 1.466.819.400,00
B	Pekerjaan Fire alarm	50	Rp 63.844.700,00
C	Pekerjaan Sound system	50	Rp 125.022.990,00
D	Pekerjaan CCTV	50	Rp 56.526.500,00
E	Pekerjaan Telepon	50	Rp 97.679.170,00
F	Pekerjaan Kabel data	50	Rp 30.272.260,00
G	Pekerjaan Penangkal Petir	35	Rp 60.658.410,00
H	Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Elevator	43	Rp 984.120.480,00
I	Pekerjaan AC	60	Rp 879.182.610,00
J	Pekerjaan Air bersih	70	Rp 185.476.840,00
K	Pekerjaan Air kotor	70	Rp 67.441.810,00
L	Pekerjaan Hydrant	70	Rp 601.514.620,00
	<b>TOTAL</b>		<b>Rp 19.054.959.006,71</b>

Sumber : Data primer yang diolah, 2010.

Total waktu pengerjaan proyek adalah 175 hari dengan total biaya proyek sebesar Rp. 19.054.959.006,71. Total biaya tersebut belum termasuk pajak 10% dan pajak IMB sebesar 6 %. Biaya total setelah pajak sebesar Rp. 21.086.217.636, 83. Menurut laporan rencana anggaran biaya yang dibuat oleh kontraktor, biaya total proyek adalah Rp. 21.060.125.612,39, sedangkan biaya total proyek yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah Rp. 21.086.217.636, 83, hal ini disebabkan perhitungan pembulatan dua angka di belakang koma oleh *software Microsoft Project 2007*.

Sebelumnya aktivitas utama proyek harus dipecah menjadi komponen-komponen kerja yang rinci untuk keperluan analisis jalur kritis. Menurut Soeharto (1999), tujuan memecah lingkup proyek menjadi komponen-komponennya antara lain untuk meningkatkan akurasi perkiraan kurun waktu penyelesaian proyek.

**PERT (*Program Evaluation and Review Technique*)**



Pada PERT digunakan konsep “probability” dengan memberikan perkiraan rentang waktu yang lebih besar yaitu tiga angka estimasi untuk suatu kegiatan, waktu optimistis, waktu pesimistis, dan waktu paling mungkin.

**Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Paling Mungkin, dan Waktu Pesimis, Standar Deviasi, dan Varians Kegiatan**

NO.	URAIAN AKTIVITAS UTAMA	WAKTU			te	S	V(te)
		a	m	b			
I	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>	150	175	234	180,67	14,00	196,00
II	<b>PEKERJAAN STRUKTUR</b>						
A	Pondasi	44	55	70	55,33	4,33	18,78
B	Struktur Lantai 01	16	20	30	21	2,33	5,44
C	Struktur Lantai 02	22	25	39	26,33	2,83	8,03
D	Struktur Lantai 03	16	20	34	21,17	3,00	9,00
E	Struktur Lantai 04	16	20	32	21	2,67	7,11
F	Struktur Lantai 05	16	20	32	20,83	2,67	7,11
G	Struktur Lantai 06	15	20	33	21,33	3,00	9,00
H	Atap Beton/Dak	8	10	18	11	1,67	2,78
I	Ring Balok, Talang, Parapet, Listplank	5	5	11	5,83	1,00	1,00
J	Balok Kanopi	4	5	11	5,83	1,17	1,36
K	Penutup Atap	9	10	17	11	1,33	1,78
III	<b>PEKERJAAN ARSITEKTUR</b>						
A	Pekerjaan pasangan & plesteran	63	75	93	76	5,00	25,00
B	Pekerjaan Lantai/pelapis dinding	42	55	71	55,5	4,83	23,36
C	Pekerjaan Kosen, penggantung, dll	70	70	80	71,67	1,67	2,78
D	Pekerjaan Plafond	65	65	95	70	5,00	25,00
E	Pekerjaan Cat	40	40	45	40,83	0,83	0,69
F	Pekerjaan Sanitair	40	40	42	40,33	0,33	0,11
G	Pekerjaan Lain-lain	79	80	107	84,33	4,67	21,78

IV	PEKERJAAN MEKANIKAL ELEKTRIKAL						
A	Pekerjaan Elektrikal	80	80	85	80,83	0,83	0,69
B	Pekerjaan Fire alarm	50	50	55	50,83	0,83	0,69
C	Pekerjaan Sound system	50	50	55	50,83	0,83	0,69
D	Pekerjaan CCTV	50	50	55	50,83	0,83	0,69
E	Pekerjaan Telepon	50	50	55	50,83	0,83	0,69
F	Pekerjaan Kabel data	50	50	55	50,83	0,83	0,69
G	Pekerjaan Penangkal Petir	35	35	40	35,83	0,83	0,69
H	Pekerjaan Pengadaan dan Pemasangan Elevator	43	43	50	44,17	1,17	1,36
I	Pekerjaan AC	60	60	90	65	5,00	25,00
J	Pekerjaan Air bersih	70	70	76	71	1,00	1,00
K	Pekerjaan Air kotor	70	70	94	74	4,00	16,00
L	Pekerjaan Hydrant	70	70	100	75	5,00	25,00

Sumber : Data primer yang diolah, 2010

### Varians dan Deviasi Standar Proyek Keseluruhan

NO.	AKTIVITAS PADA LINTASAN KRITIS	V(te)
1	Pekerjaan Persiapan	196,00
2	Pondasi	18,78
3	Struktur Lantai 01	5,44
4	Struktur Lantai 03	9,00
5	Struktur Lantai 04	7,11
6	Pekerjaan pasangan & plesteran	25,00
7	Pekerjaan Kosen, penggantung, dll	2,78
8	Pekerjaan Plafond	25,00
9	Pekerjaan Cat	0,69
Varians Proyek $\sum V(te)$		289,80
Deviasi Standar Proyek		17,02

Sumber : Data primer yang diolah, 2010

$Z = (\text{batas waktu} - \text{waktu penyelesaian yang diharapkan}) / \text{deviasi standar proyek}$

$$Z = (175 - 150) / 17,02$$

$$Z = 1,46$$

Merujuk pada Kurva Distribusi Normal, nilai  $Z$  atau peluang 1,46 berarti ada peluang 92,78% penyelesaian proyek dapat dicapai pada 150 hari.

### Lintasan Kritis (*Critical Path*)

Lintasan kritis adalah lintasan yang terdiri dari kegiatan kritis.

#### Daftar Aktivitas Utama pada Lintasan Kritis

URAIAN AKTIVITAS UTAMA	FREE SLACK	TOTAL SLACK	KETERANGAN
<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>	0 days	0 days	KRITIS
Pondasi	0 days	0 days	KRITIS
Struktur Lantai 01	0 days	0 days	KRITIS
Struktur Lantai 03	0 days	0 days	KRITIS
Struktur Lantai 04	0 days	0 days	KRITIS
Pekerjaan pasangan & plesteran	0 days	0 days	KRITIS
Pekerjaan Kosen, penggantung, dll	0 days	0 days	KRITIS
Pekerjaan Plafond	0 days	0 days	KRITIS
Pekerjaan Cat	0 days	0 days	KRITIS

Sumber : Data Primer yang Diolah, 2010

### Percepatan Durasi Proyek atau *Project Crashing*

Dalam penelitian ini, digunakan tiga alternatif percepatan durasi proyek yaitu dengan penambahan tenaga kerja, penambahan jam kerja (lembur), dan pengalihan pekerjaan kepada perusahaan subkontrak.

Perhitungan biaya proyek akibat percepatan durasi proyek dilihat dari masing-masing alternatif yang digunakan antara lain :

- a. Akibat *crashing* dengan penambahan tenaga kerja

**Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah *Crashing* dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja**

<b>Keterangan</b>	<b>Keadaan sebelum <i>Crashing</i></b>	<b>Keadaan sesudah <i>Crashing</i></b>
Hari	175	150
Jam Kerja	311996,20	313231,4
Biaya	Rp19.054.959.006,71	Rp19.071.183.506,71

Sumber : Data primer yang diolah, 2010

- b. Akibat *crashing* dengan penambahan jam kerja (lembur)

Perhitungan upah lembur mengacu pada Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.

**Perhitungan Upah Lembur**

<b>No.</b>	<b>Keterangan</b>	<b>Kepala Tukang</b>	<b>Mandor</b>	<b>Tukang</b>	<b>Pekerja</b>
1	Upah harian 08.00 - 16.00 (8 jam)	Rp45.000,00	Rp40.000,00	Rp40.000,00	Rp35.000,00
2	Upah lembur				
	16.00 - 17.00 (1 jam)	Rp9.754,34	Rp8.670,53	Rp8.670,53	Rp7.586,70
	17.00 - 20.00 (3 jam)	Rp39.017,34	Rp34.682,10	Rp34.682,10	Rp30.346,80
	total upah lembur	Rp48.771,68	Rp43.352,63	Rp43.352,63	Rp37.933,50
3	Upah harian + upah lembur	Rp93.771,68	Rp83.352,63	Rp83.352,63	Rp72.933,50

Sumber : Data primer yang diolah, 2010

**Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah *Crashing*  
dengan Alternatif Jam Kerja Lembur**

<b>Keterangan</b>	<b>Keadaan sebelum <i>Crashing</i></b>	<b>Keadaan setelah <i>Crashing</i></b>
Hari	175	150
Jam Kerja	311996,20	311616,20
Biaya	Rp19.054.959.006,71	Rp19.087.538.582,22

Sumber : Data primer yang diolah, 2010

c. Akibat *crashing* dengan pengalihan pekerjaan kepada perusahaan subkontrak

Percepatan penyelesaian proyek dapat dilakukan dengan cara melimpahkan pekerjaan-pekerjaan tertentu kepada perusahaan subkontrak. Pekerjaan-pekerjaan pada jalur kritis dilimpahkan kepada perusahaan subkontrak yang terpilih melalui proses lelang. Dalam proses lelang, dimungkinkan penawaran harga yang lebih rendah atau maksimal sama dengan rencana anggaran biaya dan durasi yang dipercepat.

**Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah *Crashing* dengan Subkontrak**

<b>Keterangan</b>	<b>Keadaan sebelum <i>Crashing</i></b>	<b>Keadaan setelah <i>Crashing</i></b>
Hari	175	150
Jam Kerja	311996,20	288654,2
Biaya	Rp19.054.959.006,71	Rp19.054.959.006,71

Sumber : Data primer yang diolah, 2010

**Interpretasi Hasil**

Metode PERT dalam penelitian ini ditujukan untuk mencari peluang dan probabilitas penyelesaian proyek. Batas waktu penyelesaian proyek adalah 175 hari, kemudian dilakukan percepatan durasi 150 hari, dengan menentukan nilai  $Z$  dapat diketahui peluang pencapaian target penyelesaian proyek. Nilai  $Z$  atau peluang yang didapat sebesar 1,46 berarti ada peluang 92,78% (berdasarkan kurva distribusi normal) penyelesaian proyek dapat dicapai pada 150 hari.

Beberapa alternatif percepatan durasi proyek dilakukan untuk mencari waktu dan biaya optimal. Percepatan durasi proyek biasanya dilakukan dengan menambah sumber daya pada kegiatan kritis, karenanya sangat logis biaya *crash* sebuah kegiatan lebih mahal dari biaya normalnya (Heizer dan Render, 2005).

### **Perbandingan Keadaan Sebelum dan Sesudah *Crashing* dengan Berbagai Alternatif**

Alternatif	Durasi (hari)		Biaya (Rupiah)	
	Normal	<i>Crashing</i>	Normal	<i>Crashing</i>
Penambahan tenaga kerja	175	150	Rp21.086.217.636,83	Rp21.104.171.668,53
Kerja lembur	175	150	Rp21.086.217.636,83	Rp21.122.270.195,10
Subkontrak	175	150	Rp21.086.217.636,83	Rp21.086.217.636,83

Sumber : Data primer yang diolah, 2010

Berdasarkan tabel dapat dilihat terjadinya peningkatan biaya akibat pemendekkan durasi pelaksanaan pekerjaan dari 175 hari kerja menjadi 150 hari kerja. Untuk alternatif subkontrak tidak mengalami kenaikan biaya bila dibandingkan dengan alternatif penambahan tenaga kerja dan alternatif kerja

lembur. Ditinjau dari segi waktu dan biaya serta kelebihan dan kelemahan masing-masing alternatif, maka dapat disimpulkan bahwa durasi optimal proyek adalah 150 hari dengan biaya total proyek sebesar Rp21.086.217.636,83 pada alternatif subkontrak.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Berdasarkan analisis data dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya maka kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Dengan menggunakan analisis jaringan kerja dengan metode PERT dan CPM dapat dilakukan upaya percepatan durasi proyek dengan mempercepat pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis.
- b. Peluang pencapaian target waktu penyelesaian proyek yang diharapkan yaitu 150 hari adalah 92,78% (nilai Z atau peluang 1,46).
- c. Percepatan durasi proyek dilakukan dengan menggunakan tiga alternatif, yaitu penambahan tenaga kerja, kerja lembur, dan subkontrak. Total biaya proyek dengan penambahan tenaga kerja adalah Rp 21.104.171.668,53 pada durasi 150 hari kerja, sedangkan biaya proyek dengan kerja lembur adalah Rp21.122.270.195,1 pada durasi 150 hari kerja. Berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa percepatan durasi dari kedua alternatif tersebut adalah 25 hari kerja atau 14% dari durasi normal, namun menghasilkan kenaikan biaya yang berbeda. Kenaikan biaya akibat penambahan tenaga kerja sebesar

Rp 16.224.500,00 atau 0,08% dari total biaya proyek normal, sedangkan kerja lembur menghasilkan kenaikan biaya sebesar Rp 32.579.575,50 atau 0,15% dari total biaya proyek normal. Total biaya proyek pada alternatif subkontrak sama dengan rencana anggaran biaya atau tidak mengalami kenaikan yaitu sebesar Rp 21.086.217.636, 83 dan pada durasi percepatan yang sama yaitu 150 hari kerja.

- d. Durasi dan biaya proyek optimal untuk menyelesaikan proyek pembangunan Twin Tower Building adalah selama 150 hari kerja dan biaya sebesar Rp21.086.217.636, 83 dengan menggunakan alternatif subkontrak.

### **Saran**

Berdasarkan hasil penelitian, maka beberapa saran berikut ini dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan :

- a. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya diperluas lagi dengan menggunakan metode percepatan durasi proyek yang lain yang tidak digunakan dalam penelitian ini, sehingga dapat dijadikan bahan pembandingan untuk mendapatkan kombinasi metode percepatan yang optimal.
- b. Selain itu, bagi penelitian sejenis berikutnya sebaiknya tidak hanya menggunakan alternatif penambahan tenaga kerja, kerja lembur, dan subkontrak, tetapi juga menggunakan alternatif percepatan proyek yang lainnya, misalnya alternatif kerja shift atau penambahan dan penggantian peralatan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Badri, S. 1997. *Dasar-dasar Network Planing*. Jakarta : PT Rika Cipta.
- Handoko, T.H.. 1999. *Dasar-dasar Manajemen Produksi Dan Operasi*, Edisi Pertama. BPFE : Yogyakarta.
- Hartawan, Harry. n.d. “*Analisis Keterlibatan Manajemen Proyek dalam Proses Perencanaan dan Pengendalian Proyek Selama Pelaksanaan Konstruksi*”.  
<http://www.digilib.ui.ac.id/opac/themes/libri2/detail.jsp?id=80787>.  
[www.google.com](http://www.google.com). Diakses 9 Februari 2010.
- Hayun, Anggara. 2005. “Perencanaan dan Pengendalian Proyek dengan Metode PERT-CPM : Studi Kasus Fly Over Ahmad Yani, Karawang.” *Journal The Winners*, Vol. 6, No.2, h. 155-174.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2005. *Operations Management : Manajemen Operasi*. Jakarta : Salemba Empat.
- Levin, Richard I. dan Charles A Kirkpatrick. 1972. *Perencanaan dan Pengawasan Dengan PERT dan CPM*. Jakarta : Bhratara.
- Maharany, Leny dan Fajarwati. 2006. “Analisis Optimasi Percepatan Durasi Proyek dengan Metode Least Cost Analysis.” *Utilitas*, Vol. 14, No. 1, h. 113-130.
- Sandyavitri, Ari. 2008. “Pengendalian Dampak Perubahan Desain Terhadap Waktu dan Biaya Pekerjaan Konstruksi”. *Jurnal Teknik Sipil*, h.57-70. Diakses tanggal 6 Mei 2010, dari PDF Search Engine.
- Soeharto, Iman. 1995. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Erlangga.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta : Erlangga.