



UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA Y.A.I
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
Kampus A: Jl. Diponegoro No.74 Jakarta Pusat 10340, Indonesia
Telepon : (021) 3904858, 31936540 Fax: (021) 3140604

Jakarta, 17 Maret 2021

Nomor : 316/D/FEB UPI Y.A.I/III/2021
Lampiran : Ada
Perihal : Surat Tugas Penelitian

Kepada Yth,

- **Rinaldi Syarif, SE, MM**

Dosen Tetap Fakultas Ekonomi dan Bisnis UPI Y.A.I

Di

Tempat

Sehubungan dengan Proposal Penelitian Bapak yang telah disetujui kepala LPPM FEB UPI Y.A.I yang berjudul:

“ANALISIS NETWORK PLANNING PADA OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA PROYEK PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PAMA TOWER 3 JAKARTA OLEH PT. PAMAPERSADA NUSANTARA”

Maka bersama ini kami menugaskan Bapak untuk segera menyelesaikan Penelitian tersebut, paling lambat 4 (empat) bulan terhitung sejak surat tugas ini ditanda tangani.

Demikian surat tugas ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Hormat Kami,
Fakultas Ekonomi dan Bisnis UPI Y.A.I

Dr. Marhalinda, SE, MM
Dekan

Tembusan :
Arsip



UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA Y.A.I
FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
Kampus A: Jl. Diponegoro No.74 Jakarta Pusat 10340, Indonesia
Telepon : (021) 3904858, 31936540 Fax: (021) 3140604

Jakarta, 14 Juni 2021

No. : 030/Perpus FEB UPI YAI/VI/2021
Lampiran : -
Perihal : Surat Keterangan Penerimaan Laporan Penelitian
Di Perpustakaan FEB UPI Y.A.I.

Kepada Yth.

Rinaldi Syarif, SE, MM

Dosen Fakultas Ekonomi dan Bisnis UPI Y.A.I.

Di Tempat

Dengan hormat,

Perpustakaan Fakultas Ekonomi dan Bisnis UPI Y.A.I telah menerima laporan penelitian berjudul “Analisis Network Planning Pada Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Pembangunan Gedung Pama Tower 3 Jakarta oleh PT. Pamapersada Nusantara”, atas nama :

Ketua Peneliti : Rinaldi Syarif, SE, MM

NIDN : 0320126503

Program Studi : Manajemen

Fakultas : Fakultas Ekonomi dan Bisnis

Pusat Penelitian : Universitas Persada Indonesia Y.A.I.

Laporan Penelitian ini dijadikan bahan Referensi di lingkungan Fakultas Ekonomi dan Bisnis UPI Y.A.I

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya atas kerjasamanya kami ucapkan terima kasih.

Mengetahui
Dekan FEB UPI YAI

Dr. Marhalinda, SE., MM

Perpustakaan FEB UPI YAI
Kepala Perpustakaan

Erlina Mulat Susanti, A.Md

LAPORAN HASIL PENELITIAN



Judul Penelitian

**ANALISIS NETWORK PLANNING PADA OPTIMALISASI WAKTU DAN
BIAYA PROYEK PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PAMA TOWER 3
JAKARTA OLEH
PT. PAMAPERSADA NUSANTARA**

***ANALYSIS NETWORK PLANNING ON TIME OPTIMIZATION AND
PROJECT COSTS PAMA TOWER 3 BUILDING CONSTRUCTION BY PT.
PAMAPERSADA NUSANTARA***

OLEH

Rinaldi Syarif SE. MM.

**FAKULTAS EKONOMI DAN BISNIS
UNIVERSITAS PERSADA INDONESIA YAI**

Juni 2021

**ALISIS NETWORK PLANNING PADA OPTIMALISASI WAKTU DAN
BIAYA PROYEK PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PAMA TOWER 3
JAKARTA OLEH PT. PAMAPERSADA NUSANTARA**

Rinaldi Syarif, SE. MM

0320126503

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Jurusan Manajemen

Universitas Persada Indonesia Y.A.I

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui analisis Network Planning Pada Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek Pada Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta oleh PT. Pamapersada Nusantara. Metode penelitian yang digunakan adalah metode PERT dan CPM.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa : Hasil perhitungan paling lama waktu penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta oleh PT. Pamapersada Nusantara menggunakan metode Project Evaluation and Review Technique (PERT) yaitu pada jalur kritis didapat waktu yang diharapkan selama 661,99 hari (dibulatkan 662 hari) dan memungkinkan pencapaian target memiliki peluang 7,70 dimana merujuk pada Kurva Distribusi Normal, nilai Z atau peluang 7,70 berarti terdapat probabilitas 92,3% pencapaian target waktu penyelesaian proyek waktu selama 662 hari. Perhitungan durasi optimal Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara dipercepat (crash) menghasilkan waktu penyelesaian selama 655 hari, dimana dilakukan penambahan 3 jam kerja (jam lembur) pada aktivitas C (Pekerjaan Struktur Baja). Maka berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa percepatan durasi dari penambahan alternatif tersebut adalah 9 hari dari durasi normal.

Kata Kunci : Network Planning, Optimalisasi Waktu, Biaya Proyek

**ANALYSIS NETWORK PLANNING ON TIME OPTIMIZATION AND
PROJECT COSTS PAMA TOWER 3 BUILDING CONSTRUCTION BY PT.
PAMAPERSADA NUSANTARA**

Rinaldi Syarif, SE. MM.

0320126503

Fakultas Ekonomi dan Bisnis Jurusan Manajemen

Universitas Persada Indonesia Y.A.I

ABSTRACT

This study aims to determine the Network Planning analysis on Optimizing the Time and Cost of Projects on the Construction of the PAMA Tower 3 Jakarta Building by PT. Pamapersada Nusantara. The research method used is the PERT and CPM method.

The result showed that : The result of the calculation of the longest time scheduling Project Building Construction PAMA Tower 3 Jakarta by PT. Pamapersada Nusantara uses the Project Evaluation and Review Technique (PERT) method, which is that in the critical path the expected time is 661.99 days (rounded 662 days) and allows the achievement of the target to have a 7.70 chance which refers to the Normal Distribution Curve, Z value or opportunity 7.70 means that there is a 92.3% probability of achieving the project completion time target for 662 days.

The calculation of the optimal duration of the PAMA Tower 3 Jakarta Building Construction Project by means of acceleration (crash) result in a completion time of 655 days, in which an addition of 3 working hours (overtime hours) to activity C (Steel Structural Work). Then based on the result of the analysis it can be seen that the acceleration of the duration of the addition of these alternatives is 9 days from the normal duration.

Keywords : *Network Planning, Time Optimization, Project Costs*

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAKSI	x
ABSTRACT	xi
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GRAFIK	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	4
C. Batasan Masalah	4
D. Rumusan Masalah	4
E. Tujuan Penelitian.....	5
F. Manfaat Penelitian.....	6
BAB II LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Teori	7
1. Manajemen operasional	7
a. Pengertian	7
2. Proyek	8
a. Pengertian Proyek.....	8
b. Karakteristik Proyek.....	9
c. Perbedaan Proyek Dengan Operasional Rutin.....	9
d. Ruang Lingkup Proyek	10
e. Tahapan Dalam Kegiatan Proyek.....	12
f. Perencanaan Proyek.....	13
3. Manajemen Proyek.....	15

a. Pengertian Manajemen Proyek	15
b. Fase Manajemen Proyek.....	16
c. Tujuan Manajemen Proyek.....	17
4. Penjadwalan Proyek	17
a. Pengertian Penjadwalan Proyek	17
b. Manfaat Penjadwalan Proyek.....	18
c. Tujuan Penjadwalan Proyek	18
d. Kompleksitas Penjadwalan Proyek	19
e. Metode Penjadwalan Proyek.....	20
5. Network Planning (Jaringan Kerja)	22
a. Pengertian Network Planning	22
b. Langkah-langkah Dalam Pembentukan Network Planning.....	23
c. Symbol-simbol dalam Network Planning	24
d. Diagram Jaringan Kerja dan Pendekatannya	25
6. Program <i>Evaluation and Review Technique</i> (PERT)	30
a. Pengertian <i>Program Evaluation and Review Technique</i> (PERT) ..	30
b. Perhitungan PERT	31
7. Critical Path Method (CPM)	33
a. Pengertian <i>Critical Path Method</i> (CPM).....	33
b. Perhitungan CPM	34
8. Analisis Jalur Kritis.....	36
a. Pengertian Jalur Kritis	36
b. Manfaat Jalur Kritis.....	37
c. Menentukan Jalur Kritis	38
d. Float	41
9. Persamaan dan Perbedaan PERT dan CPM	42
a. Persamaan PERT dan CPM.....	42
b. Perbedaan antara PERT dan CPM	42
10. Analisis Optimalisasi.....	45
11. Percepatan Waktu Proyek (Crashing)	45
a. Pengertian Percepatan Waktu Proyek (Crashing)	45

b. Dampak Dari Percepatan Waktu Proyek.....	45
c. Langkah-langkah Crashing.....	46
d. Hubungan Biaya Terhadap Waktu Normal dan Crash.....	51
B. Penelitian Terdahulu	51
C. Kerangka Pemikiran.....	56
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	60
A. Metode Penelitian.....	60
B. Definisi Operasional	61
1. Definisi Proyek.....	61
2. Definisi Manajemen Proyek	61
3. Definisi Penjadwalan Proyek	62
4. Definisi Network Planning (Jaringan Kerja)	63
5. Definisi Jalur Kritis	63
6. Definisi Program Evaluation and Review Technique (PERT)	64
7. Definisi Critical Path Method (CPM)	64
8. Definisi Percepatan Waktu Proyek (Crashing).....	64
C. Objek Penelitian	65
D. Jenis, Sumber dan Metode Pengumpulan Data.....	65
1. Jenis Data.....	65
2. Sumber Data	66
a. Data primer.....	66
b. Data sekunder	66
3. Teknik Pengumpulan Data	66
a. Wawancara	66
b. Studi Pustaka	67
E. Rancangan Analisis.....	67
1. Program Evaluation and Review Technique (PERT)	68
2. Critical Path Method (CPM)	70
a. Terminology CPM.....	70
b. Menentukan jalur kritis.....	71
c. Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan (Crash Program)	73

BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	76
A. Hasil Penelitian	76
1. Sejarah Perusahaan	76
2. Visi dan Misi Perusahaan	77
3. Struktur Organisasi.....	79
4. Data-Data Penelitian.....	80
B. Pembahasan	82
1. Perhitungan Waktu Penjadwalan Dengan Metode PERT untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta.....	82
a. Penentuan Jalur Kritis	84
2. Perhitungan Waktu Penjadwalan Dengan Metode CPM untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta.....	96
a. Penentuan Jalur Kritis	96
b. Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan (Crashing Program)	107
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	122
A. Kesimpulan	122
B. Saran.....	124
DAFTAR PUSTAKA.....	125

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 : Pemakaian Jaringan AON dan AOA	26
Gambar 2 : Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B & Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C	27
Gambar 3 : Kegiatan A dan B Pendahulu Kegiatan C	27
Gambar 4 : Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D	28
Gambar 5 : Kegiatan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D	28
Gambar 6 : Gambar Yang Salah Bila Kegiatan A, B, dan C Mulai dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama	29
Gambar 7 : Kegiatan A, B, dan C Mulai Selesai Pada Kejadian Yang Sama	30
Gambar 8 : Atau Kegiatan A, B, dan C Mulai Selesai Pada Kejadian Yang Sama	30
Gambar 9 : Tiga Macam Taksiran Waktu Pada Distribusi Beta	32
Gambar 10 : Notasi Yang Digunakan Pada Node Kegiatan	39
Gambar 11: CPM Menggunakan Pendekatan AOA.....	44
Gambar 12: PERT Menggunakan Pendekatan AON	44
Gambar 13 : Hubungan Biaya - Waktu Pada Keadaan Normal dan Crash	51
Gambar 14 : Kerangka Pemikiran.....	57
Gambar 15 : Notasi Yang Digunakan Pada Node Kegiatan	71
Gambar 16 : Struktur Organisasi	79
Gambar 17 : Bentuk Jaringan Kerja PERT	94

Gambar 18 : Bentuk Jaringan CPM	106
Gambar 19 : Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas C	116
Gambar 20 : Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas D	117
Gambar 21 : Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas E	118

DAFTAR TABEL

Tabel 1 : Perbedaan Proyek Dengan Operasional Rutin	10
Tabel 2 : Koefisien Penurunan Produktivitas	48
Tabel 3 : Penelitian Terdahulu	55
Tabel 4 : Koefisien Penurunan Produktivitas	74
Tabel 5 : Daftar Aktivitas Utama Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta Dengan Kegiatan Pendahulu, Waktu dan Biaya Proyek	80
Tabel 6 : Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis dan Waktu Pesimis Proyek Pembangunan Gedung PAMA 3 Jakarta	81
Tabel 7 : Daftar Biaya Tenaga Kerja.....	82
Tabel 8 : Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis, Waktu Pesimis, Standar Deviasi dan Variansi Kegiatan	84
Tabel 9 : Daftar Kegiatan, Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Pada Metode PERT	92
Tabel 10 : Nilai Standar Deviasi dan Varians Kegiatan Pada Metode PERT	95
Tabel 11 : Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan Perhitungan Maju Pada Metode CPM.....	99
Tabel 12 : Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan Perhitungan Mundur Pada Metode CPM	103
Tabel 13 : Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Metode CPM.....	105
Tabel 14 : Daftar Biaya Tenaga Kerja.....	107

Tabel 15 : Daftar Biaya Lembur Kerja Selama 3 Jam	108
Tabel 16 : Data Normal dan Data Crash Untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta	115
Tabel 17 : Cost Slope Penambahan Jam Kerja	120

DAFTAR GRAFIK

Grafik 1 : Gantt Chart.....	21
-----------------------------	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 : Daftar Aktivitas Utama Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta Dengan Kegiatan Pendahulu, Waktu dan Biaya Proyek	127
Lampiran 2 : Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis dan Waktu Pesimis Proyek Pembangunan Gedung PAMA 3 Jakarta	128
Lampiran 3 : Daftar Biaya Tenaga Kerja	129
Lampiran 4 : Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis, Waktu Pesimis, Standar Deviasi dan Variansi Kegiatan	129
Lampiran 5 : Daftar Kegiatan, Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Pada Metode PERT	130
Lampiran 6 : Nilai Standar Deviasi dan Varians Kegiatan Pada Metode PERT	131
Lampiran 7 : Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan Perhitungan Maju Pada Metode CPM.....	132
Lampiran 8 : Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Metode CPM.....	133
Lampiran 9 : Daftar Biaya Tenaga Kerja	134
Lampiran 10 : Daftar Biaya Lembur Kerja Selama 3 Jam	134
Lampiran 11 : Data Normal dan Data Crash Untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta	135
Lampiran 12 : Cost Slope Penambahan Jam Kerja	135

Lampiran 13 : Foto.....	136
Lampiran 14 : Foto.....	137
Lampiran 15 : Foto.....	138
Lampiran 16 : Foto.....	139
Lampiran 17 : Foto.....	140
Lampiran 18 : Surat Balasan Izin Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 19 : Surat Keterangan Selesai Penelitian	Error! Bookmark not defined.
Lampiran 20 : Absensi Bimbingan	Error! Bookmark not defined.

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Proyek adalah sebuah kegiatan yang bersifat sementara yang telah ditetapkan awal pekerjaannya dan waktu selesainya untuk mencapai tujuan dan hasil yang spesifik. Pada umumnya proyek menghasilkan sebuah perubahan yang bermanfaat atau mempunyai nilai tambah. Proyek pembangunan bertujuan sebagai fasilitas keberlangsungan hidup masyarakat. Apalagi di Negara kita yang masih berkembang, proyek pembangunan sedang gencar di berbagai bidang karena di Negara yang masih berkembang banyak infrastruktur yang masih terbelakang atau tertinggal dari Negara maju. Oleh karena itu ketertinggalan ini diupayakan sedemikian mungkin dengan melakukan pembangunan di segala bidang. Pembangunan yang di maksud disini yaitu pembangunan gedung, jalan tol, jembatan, perumahan, gudang, dll.

Manajemen waktu proyek adalah tahapan mendefinisikan proses-proses yang perlu dilakukan selama proyek berlangsung berkaitan dengan penjaminan agar proyek dapat berjalan tepat waktu dengan tetap memperhatikan keterbatasan biaya serta penjagaan kualitas produk dari proyek. Biaya proyek adalah semua

sumber daya yang harus dikorbankan untuk mencapai tujuan spesifik atau untuk mendapat sesuatu sebagai gantinya.

Network Planning adalah salah satu model yang digunakan dalam penyelenggaraan proyek yang produknya adalah informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada dalam network diagram proyek yang bersangkutan.

Kegagalan dari pelaksanaan sering kali disebabkan kurang terencananya kegiatan proyek serta pengendalian yang kurang efektif, sehingga kegiatan proyek tidak efisien, dimana hal ini mengakibatkan keterlambatan, menurunnya kualitas pekerjaan, dan membengkaknya biaya pelaksanaan. Dan juga ada factor lain penyebab kegagalan pelaksanaan sebuah proyek yaitu factor lingkungan dan factor cuaca yang bisa menghambat sehingga kegiatan proyek mengalami keterlambatan waktu yang berkaitan pada pembengkakan biaya pelaksanaan.

Untuk itu, keberhasilan sebuah proyek sangat bergantung pada manajemen yang mengelola sebuah proyek yang yang biasa disebut manajemen proyek. Manajemen proyek disini akan sangat membantu si perusahaan untuk mencapai tujuannya. Dalam hal ini manajemen proyek tidak hanya membuat perencanaan yang jelas tetapi dapat melakukan pengorganisasian terhadap para pekerja dan juga pengendalian agar proyek yang dijalankan dapat berjalan dengan lancar sesuai dengan biaya yang dianggarkan.

Apabila perencanaan yang dibuat oleh perusahaan tidak matang dapat menjadi kendala dalam waktu pelaksanaan sehingga berdampak terhadap biaya yang dikeluarkan. Dalam kaitannya dengan waktu dan biaya produksi, perusahaan harus bisa seefisien mungkin dalam penggunaan waktu setiap kegiatan atau aktivitas, sehingga biaya dapat diminimalkan.

Crashing Project merupakan tindakan untuk mengurangi durasi keseluruhan proyek setelah menganalisa alternatif-alternatif yang ada (dari jaringan kerja). Bertujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah.

Dengan adanya crashing project maka diperlukan analisis optimalisasi proyek dengan metode *Network Planning*. Terdapat dua teknik dasar yang biasa digunakan dalam *network planning*, yaitu metode lintasan kritis / *Critical Path Method* (CPM) dan teknik menilai dan meninjau kembali program / *Program Evaluation Review and Technique* (PERT).

Mengingat pentingnya *Network Planning* dalam pembangunan sebuah proyek, maka penulis tertarik untuk mengadakan pembahasan mengenai *Network Planning* judul **“ANALISIS NETWORK PLANNING PADA OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA PROYEK PADA PEMBANGUNAN GEDUNG PAMA TOWER 3 JAKARTA OLEH PT. PAMAPERSADA NUSANTARA”**

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan ulasan latar belakang yang telah dipaparkan diatas, dapat diidentifikasi masalah-masalah sebagai berikut:

1. Masalah penggunaan metode yang tepat untuk perhitungan waktu penyelesaian proyek secara optimal.
2. Masalah penggunaan metode yang tepat untuk perhitungan biaya optimal.
3. Masalah yang timbul akibat keterlambatan waktu.
4. Waktu penyelesaian kegiatan proyek yang bervariasi. Penyelesaian kegiatan proyek tidak dapat dipastikan dan ditepati.

C. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah serta agar masalah yang dikaji dalam penelitian ini menjadi terarah dan tidak melebar terlalu jauh, peneliti membatasi masalah dengan memfokuskan pada penggunaan metode *Network Planning*, optimalisasi waktu, biaya serta *crashing* proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah di atas, maka rumusan masalah dalam peneltian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk jaringan kerja pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta berdasarkan waktu normal dan berdasarkan waktu dipercepat (*crash*)?
2. Berapa perkiraan waktu penyelesaian proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta?
3. Berapa durasi yang optimal untuk proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara dipercepat (*crash*)?
4. Berapa total biaya proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara normal dan dipercepat (*crash*)?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui bentuk jaringan kerja pada proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta berdasarkan waktu normal dan berdasarkan waktu dipercepat (*crash*).
2. Untuk mengetahui perkiraan waktu penyelesaian proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta.
3. Untuk mengetahui durasi yang optimal untuk proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara dipercepat (*crash*).

4. Untuk mengetahui total biaya proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara normal dan dipercepat (*crash*).

F. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi Peneliti

Manfaat penelitian ini bagi penulis adalah menambah wawasan penulis, pengetahuan dan menerapkan ilmu-ilmu yang didapatkan dalam proses penelitian khususnya *network planning*. Sehingga dapat memantapkan pengetahuan yang telah didapatkan selama perkuliahan berlangsung dan dapat menerapkan dalam kehidupan nyata.

2. Bagi Perusahaan

Manfaat penelitian ini bagi perusahaan adalah memberikan informasi kepada perusahaan dalam mencari metode untuk mengoptimalkan waktu dan biaya pada pelaksanaan proyek selanjutnya.

3. Bagi Pembaca

Manfaat penelitian ini bagi pembaca adalah menambah wawasan pembaca tentang *network planning* dan sebagai referensi dalam penelitian-penelitian yang terkait tentang manajemen operasional dan proyek.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tinjauan Teori

1. Manajemen operasional

a. Pengertian

Manajemen operasional menurut Heizer dan Render (2015) : “manajemen operasi merupakan serangkaian aktivitas yang menciptakan nilai dalam bentuk barang dan jasa dengan mengubah masukan menjadi hasil. Manajemen Operasional adalah salah satu dari tiga fungsi utama dari setiap organisasi dan berhubungan secara utuh dengan semua fungsi bisnis lainnya. Semua organisasi memasarkan (menjual), membiayai (mencatat rugi laba), dan memproduksi (mengoperasikan). Maka sangat penting untuk mengetahui bagaimana aktivitas MO berjalan” (hlm. 3).

Menurut Daft (2010) : “manajemen operasi adalah bidang manajemen yang berspesialisasi dalam produksi fisik barang atau jasa” (hlm. 60).

2. Proyek

a. Pengertian Proyek

Menurut Harsanto (2013) : “proyek adalah pekerjaan unik, bukan rutin, yang memiliki jangka waktu, anggaran dan spesifikasi tertentu. Manajemen proyek adalah serangkaian aktivitas perencanaan, pelaksanaan dan pengendalian untuk memastikan agar sasaran waktu, anggaran dan spesifikasi tertentu dalam sebuah pekerjaan yang telah ditetapkan dapat tercapai secara efektif dan efisien” (hlm. 96).

Menurut Dimiyati & Nurjaman (2014) : “proyek merupakan tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara konkret dan diselesaikan dalam periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat-alat yang terbatas” (hlm. 2).

Menurut Heizer & Render (2009) : “proyek dapat didefinisikan sebagai sederetan tugas yang diarahkan kepada suatu hasil output utama” (hlm.87).

b. Karakteristik Proyek

Karakteristik proyek berdasarkan pengertian di atas antara lain:

- 1) Bersifat unik
- 2) Memiliki jangka waktu tertentu berupa tanggal mulai dan tanggal berakhir yang jelas
- 3) Proyek memiliki anggaran yang memiliki batas tertentu
- 4) Proyek memiliki target spesifikasi kualitas tertentu yang mesti dipenuhi oleh pelaksanaan proyek

c. Perbedaan Proyek Dengan Operasional Rutin

Proyek meliputi tugas-tugas tertentu yang dirancang secara khusus dengan hasil dan waktu yang telah ditentukan terlebih dahulu dan dengan keterbatasan sumber daya yang ada. Penyelenggaraan proyek sangat berbeda dibandingkan penyelenggaraan kegiatan operasional rutin. Proyek mempunyai siklus yang pendek, sedangkan kegiatan operasional memiliki siklus berjangka panjang, sehingga gaya manajemen maupun intensitas kegiatan proyek berbeda dengan kegiatan rutin. Secara umum, perbedaan tersebut dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 2.1

Perbedaan Proyek Dengan Operasional Rutin

Proyek	Operasional Rutin
Bersifat dinamis	Kurang dinamis dan bersifat rutin
Berlangsung hanya dalam kurun waktu terbatas (siklus proyek relative pendek)	Berlangsung dalam jangka panjang (berkelanjutan)
Intensitas kegiatan berbeda-beda	Intensitas kegiatan relative sama
Kegiatan harus diselesaikan sesuai dengan dana dan waktu yang ditentukan	Anggaran dan waktu kegiatan tidak seketat dalam proyek
Menyangkut berbagai kegiatan yang memerlukan bermacam-macam klasifikasi tenaga	Jenis kegiatan relative tidak sekompleks proyek
Diperlukan jalur komunikasi dan tanggung jawab vertical maupun horizontal agar efektif dalam pengelolaannya	Penekanan jalur komunikasi dan tanggung jawab pada arah vertical

Sumber : Eddy Herjanto, Manajemen Operasi, 2008:352

Tabel 1 : Perbedaan Proyek Dengan Operasional Rutin

d. Ruang Lingkup Proyek

Menurut Schwalbe yang dikutip dari buku Dimiyati & Nurjamanuddin (2014) : “setiap proyek dibatasi oleh ruang lingkup (*scope*), waktu (*time*) dan biaya (*cost*). Batasan-batasan ini sering digunakan dalam ke dalam

manajemen proyek sebagai tiga batasan utama. Setiap proyek memiliki tujuan khusus, dan dalam proses pencapaian tujuan tersebut ada tiga konstrain yang harus dipenuhi, yang dikenal dengan *Trade-off Triangel* atau *Triple Constraint* adalah usaha pencapaian tujuan yang berdasarkan tiga batasan berikut” (hlm.21).

1) Tepat Mutu

Mutu adalah apa yang akan dikerjakan oleh proyek tersebut, produk, layanan atau hasil yang diraih proyek tersebut atau disebut sebagai kinerja (performance), harus memenuhi spesifikasi dan kriteria dalam taraf yang disyaratkan oleh pemilik.

2) Tepat Waktu

Yang dimaksud dengan waktu ialah berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan suatu proyek serta apa itu jadwal proyek yang merupakan salah satu komponen yang menjadi target utama dalam sebuah proyek. Pada intinya factor waktu ini adalah bagaimana kita menentukan lamanya waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah proyek. Komponen waktu begitu berarti, terutama pada saat-saat yang memang sangat krusial. Terkadang suatu proyek dipaksa untuk selesai pada

waktu tertentu, walaupun berdampak pada membengkaknya biaya.

3) Tepat Biaya

Dalam proyek kita tidak akan pernah lepas dari biaya, biaya di butuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek yang harus di perhitungkan secara matang. Pada intinya factor biaya atau cost ini adalah untuk menentukan seberapa besar biaya yang akan dikeluarkan untuk sebuah proyek. Factor biaya ini sangat dipengaruhi oleh 2 faktor sebelumnya, yaitu factor *scope* dan factor *time*. Secara umum semakin besar ruang lingkup dan semakin lama waktu, maka akan semakin besar pula biaya suatu proyek.

e. Tahapan Dalam Kegiatan Proyek

Kegiatan proyek dapat dikelompokan dalam dua tahap, yaitu tahap perencanaan dan tahap pelaksanaan.

Secara lebih rinci, tahap perencanaan meliputi:

- 1) Identifikasi gagasan proyek atau analisis pendahuluan.
- 2) Pengembangan gagasan menjadi konsep-konsep alternatif.
- 3) Evaluasi kelayakan konsep alternatif dari semua aspek.
- 4) Penentuan konsep alternatif yang terbaik.

- 5) Identifikasi sumber daya yang diperlukan dan jadwal pelaksanaan.
- 6) Menyusun perkiraan biaya.
- 7) Menyusun organisasi pelaksanaan.

Tahap pelaksanaan ditandai dengan kegiatan proyek yaitu rekayasa disain, pengadaan material, dan kegiatan konstruksi. Tahap pelaksanaan mencakup:

- 1) Menyiapkan rincian rekayasa disain untuk kegiatan pengadaan material dan konstruksi.
- 2) Menyusun anggaran definitive dan jadwal induk proyek.
- 3) Pengadaan dan mobilisasi tenaga kerja.
- 4) Pembelian material dan peralatan, termasuk untuk pabrikasi.
- 5) Penyelesaian konstruksi, pra-operasi dan start-up.

f. Perencanaan Proyek

Menurut Husen (2009) : “adapun tujuan perencanaan adalah melakukan usaha untuk memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang ditentukan dalam batasan biaya, mutu, dan waktu ditambah dengan terjaminnya factor keselamatan kerja” (hlm.77)

Dari pengertian diatas menekankan bahwa perencanaan merupakan suatu proses, yang berarti bahwa perencanaan mengalami tahap-tahap pengerjaan

tertentu. Adapun proses perencanaan itu sendiri terdiri dari:

1) Penentu tujuan

Sesuatu yang memberikan arah gerak kegiatan yang akan dilakukan.

2) penentu sasaran

sasaran adalah titik-titik tertentu yang perlu dicapai bila organisasi tersebut ingin memenuhi tujuannya.

3) Pengkajian posisi awal terhadap tujuan

Untuk mengetahui sejauh mana kesiapan dan posisi perencanaan saat awal terhadap sasaran.

4) Pemilihan alternatif

Dalam mencapai tujuan dan sasaran terdapat berbagai alternatif, umumnya dipilih alternatif yang paling efisien dan ekonomis.

5) Penyusunan rangkaian langkah untuk mencapai tujuan

Proses ini menetapkan langkah yang terbaik yang mungkin dapat dilaksanakan setelah memperhatikan berbagai batasan .

Empat hal yang terjadi menjadi filosofi dari sebuah perencanaan yaitu:

a) Aman, keselamatan terjamin.

- b) Efektif, produk perencanaan berfungsi sesuai yang diharapkan.
- c) Efisien, produk yang dihasilkan hemat biaya.
- d) Mutu terjamin, tidak menyimpang dari spesifikasi yang ditentukan.

3. Manajemen Proyek

a. Pengertian Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah suatu rangkaian aktivitas yang didalamnya terdiri dari kegiatan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian proyek yang terdiri dari beberapa aktivitas/kegiatan. Manajemen proyek dapat diterapkan pada jenis proyek apapun, dan dipakai secara luas untuk menyelesaikan proyek yang besar dan kompleks.

Menurut PMBOK (*Project Management Body Of Knowledge*) yang diterjemahkan oleh Budi Santosa (2009) : “manajemen proyek adalah aplikasi pengetahuan (*knowledges*), keterampilan (*skills*), alat (*tools*), dan teknik (*techniques*) dalam aktifitas-aktifitas proyek untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan proyek” (hlm.3)

Menurut Husen (2009) : “manajemen proyek adalah penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan

keterampilan, cara teknis yang terbaik dan dengan sumber daya yang terbatas, untuk mencapai sasaran dan tujuan yang telah ditentukan agar mendapatkan hasil yang optimal dalam hal kinerja biaya, mutu dan waktu serta keselamatan kerja” (hlm.4)

Menurut Ervianto (2005) : “manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu” (hlm.21)

b. Fase Manajemen Proyek

Menurut Heizer dan Render (2015, hlm. 59), manajemen proyek melibatkan tiga fase yaitu:

1) Perencanaan

Fase ini meliputi penyiapan tujuan, penggambaran proyek, dan pengorganisasian tim.

2) Penentuan Jadwal

Fase ini berkaitan dengan orang, uang, dan pasokan untuk aktivitas-aktivitas tertentu dan mengaitkan aktivitas-aktivitas satu sama lain.

3) Pengendalian

Disini perusahaan mengawasi sumber daya, biaya, kualitas, dan anggaran. Hal itu juga mengubah rencana dan memindahkan sumber daya untuk

memenuhi kebutuhan akan waktu dan permintaan biaya.

c. Tujuan Manajemen Proyek

Menurut Dimiyati & Nurjaman (2014) : “untuk mencapai tujuan manajemen proyek, perlu diusahakan pengawasan terhadap mutu, biaya, dan waktu. Oleh karena itu, dilakukan pelaksanaan pengawasan mutu (*quality control*), pengawasan biaya (*cost control*), dan pengawasan waktu pelaksanaan (*time control*). Ketiga pengawasan ini dilakukan secara bersamaan” (hlm.26)

4. Penjadwalan Proyek

a. Pengertian Penjadwalan Proyek

Menurut Heizer & Render (2015) : “penjadwalan proyek merupakan pengurutan dan pembagian waktu untuk aktivitas proyek, dimana pada fase ini setiap aktivitas memerlukan waktu dan menghitung sumber daya yang diperlukan pada masing-masing tahapan produksi” (hlm.62)

Penjadwalan proyek merupakan salah satu elemen hasil perencanaan, yang dapat memberikan informasi tentang jadwal rencana dan kemajuan proyek dalam hal kinerja sumber daya material serta rencana durasi proyek dan progress waktu untuk penyelesaian proyek.

Dalam proses penjadwalan, penyusunan kegiatan dan hubungan antar kegiatan dibuat lebih terperinci dan sangat detail. Hal ini dimaksudkan untuk membantu pelaksanaan evaluasi proyek.

b. Manfaat Penjadwalan Proyek

Menurut Husen (2009, hlm. 133), secara umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat seperti berikut:

- 1) Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan/kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
- 2) Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
- 3) Memberikan saran untuk menilai kemajuan pekerjaan.
- 4) Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
- 5) Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
- 6) Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

c. Tujuan Penjadwalan Proyek

Menurut Heizer & Render (2015), tujuan penjadwalan proyek adalah sebagai berikut:

- 1) Menunjukkan hubungan dari masing-masing aktivitas dengan yang lainnya dan dengan keseluruhan proyek.
- 2) Mengidentifikasi hubungan yang lebih diutamakan di antara berbagai aktivitas.
- 3) Mendorong pengaturan waktu realistic dan estimasi biaya untuk masing-masing aktivitas.
- 4) Membantu menjadikan lebih baik penggunaan orang, uang, dan sumber daya material dengan mengidentifikasi kemacetan utama dalam proyek.

d. Kompleksitas Penjadwalan Proyek

Menurut Husen (2009, hlm. 134), tingkat kompleksitas penjadwalan proyek sangat dipengaruhi oleh factor-faktor berikut:

- 1) Sasaran dan tujuan proyek.
- 2) Keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan *master schedule*.
- 3) Dana yang diperlukan dan dana yang tersedia.
- 4) Waktu yang diperlukan, waktu yang tersedia, serta perkiraan waktu yang hilang dan hari-hari libur.
- 5) Susunan dan jumlah kegiatan proyek serta keterkaitan di antaranya.
- 6) Kerja lembur dan pembagian shift kerja untuk mempercepat proyek.

7) Sumber daya yang diperlukan dan sumber daya yang tersedia.

8) Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas.

Makin besar skala proyek, semakin kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana dan dikelola sangat besar, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar, kegiatan yang dilakukan sangat beragam serta durasi proyek menjadi sangat panjang. Oleh karena itu, agar penjadwalan dapat diimplementasikan, digunakan cara-cara atau metode teknis yang sudah digunakan seperti metode penjadwalan proyek. Kemampuan *scheduler* yang memadai *software* computer untuk penjadwalan dapat membantu memberikan hasil yang optimal.

e. Metode Penjadwalan Proyek

Menurut Haming dan Nurjamanuddin (2014), secara umum ada dua metode penjadwalan proyek yaitu:

1) Metode *Gantt Chart*

Metode *Gantt Chart* merupakan metode yang relative sederhana, mudah dimengerti, mudah pembuatannya, dan mudah untuk digunakan dalam memantau perkembangan proyek. Beberapa kelemahan, antara lain tidak dapat menunjukkan kegiatan apa saja yang

merupakan kegiatan kritis dan tidak secara langsung dapat menunjukkan hubungan antar kegiatan, sehingga apabila suatu kegiatan mengalami penundaan maka akan sulit untuk mengetahui kegiatan berikut apa yang akan terpengaruh, dan bagaimana dampaknya terhadap waktu selesainya proyek.

Grafik 2.1

Gantt Chart

No	Aktivitas	Minggu							
		1	2	3	4	5	6	7	8
1	Aktivitas A	■							
2	Aktivitas B		■						
3	Aktivitas C			■					
4	Aktivitas D			■					
5	Aktivitas E				■	■			
6	Aktivitas F						■		
7	Dst							■	■

Sumber : Budi Santosa, Manajemen Proyek, 2009:56

Grafik 1 : Gantt Chart

2) Metode Penggunaan *Network Planning*

Metode penggunaan *network planning* merupakan salah satu teknik manajemen yang dapat digunakan untuk membantu manajemen dalam

perencanaan dan pengendalian proyek. Terdapat dua teknik dasar yang biasa digunakan dalam network planning, yaitu metode Lintasan Kritis/*Critical Path Method* (CPM) dan teknik menilai dan meninjau kembali program/*Program Evaluation Review and Technique* (PERT). CPM adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan estimasi waktunya bersifat deterministik/pasti. PERT adalah metode yang berorientasi pada waktu yang mengarah pada penentuan jadwal dan waktunya bersifat probabilistic/kemungkinan.

5. Network Planning (Jaringan Kerja)

a. Pengertian Network Planning

Menurut Larson (2006) : “jaringan proyek adalah suatu alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan memonitor kemajuan proyek. Jaringan menggambarkan berbagai aktivitas yang harus diselesaikan, urutan logis, saling ketergantungan antar aktivitas, serta waktu aktivitas tersebut dimulai dan berakhir” (hlm. 140)

Menurut Asiyanto (2013) : “*network planning* adalah jadwal berbagai kegiatan yang saling terkait dan saling

berurutan, yang digambarkan berupa sebuah jaringan” (hlm. 11)”

Sedangkan menurut Dimiyati dan Dimiyati (2006) :
“*network planning* merupakan gambaran rencana yang melibatkan seluruh aktivitas yang terdapat didalam proyek serta logika ketergantungan antara satu dengan yang lain” (hlm. 176

b. Langkah-langkah Dalam Pembentukan Network Planning

Menurut Heizer & Render (2009, hlm. 93), langkah-langkah pembuatan network planning adalah sebagai berikut:

- 1) Menetapkan proyek dan menyiapkan struktur penguraian kerjanya.
- 2) Membangun hubungan antara aktivitas-aktivitasnya.
Memastikan aktivitas yang harus dilakukan lebih dahulu dan aktivitas yang harus mengikuti aktivitas lain.
- 3) Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan aktivitas.
- 4) Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk setiap aktivitas.
- 5) Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan.
Hal ini disebut jalur kritis.

6) Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

c. Symbol-simbol dalam Network Planning


Menurut Hayun (2005), symbol-simbol yang digunakan dalam menggambarkan suatu network adalah sebagai berikut:

1) \longrightarrow (anak panah/busur), menyatakan sebuah kegiatan atau aktivitas. Kegiatan disini didefinisikan hal yang memerlukan durasi (jangka waktu tertentu) dalam pemakaian sejumlah resource (sumber tenaga, peralatan, material, biaya). Baik panjang maupun kemiringan anak panah ini sama sekali tidak mempunyai arti. Jadi, tidak perlu menggunakan skala. Kepala anak panah menjadi pedoman arah tiap kegiatan, yang menunjukkan bahwa suatu kegiatan dimulai dari permulaan dan berjalan maju sampai akhir dengan arah dari kiri ke kanan.

2) \bigcirc (lingkaran kecil/*node*), menyatakan sebuah kejadian atau peristiwa atau *event*. Kejadian (*event*) disini didefinisikan sebagai ujung atau pertemuan dari satu atau beberapa kegiatan.

3) $-----\rightarrow$ (anak panah terputus-putus), menyatakan kegiatan semu atau dummy. Dummy disini berguna untuk membatasi mulainya kegiatan. Seperti halnya

kegiatan biasa, panjang dan kemiringan dummy ini juga berarti apa-apa sehingga tidak perlu berskala. Bedanya dengan kegiatan biasa ialah bahwa dummy tidak mempunyai durasi (jangka waktu tertentu) karena tidak memakai atau menghabiskan sejumlah *resource*.

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

Dalam pelaksanaannya, symbol-simbol ini digunakan dengan mengikuti aturan-aturan sebagai berikut:

a) Diantara dua *event* yang sama, hanya boleh digambarkan satu anak panah.

b) Nama suatu kegiatan dinyatakan dengan huruf atau dengan nomor *event*.

c) Kegiatan harus mengalir dari *event* bernomor rendah ke *event* bernomor tinggi.

d) Diagram, hanya memiliki *intial event* dan sebuah *terminal event*.

d. Diagram Jaringan Kerja dan Pendekatannya

Menurut Heizer dan Render (2009), ada dua pendekatan untuk menggambar jaringan proyek, yaitu aktivitas pada titik (Activity-On-Node – AON) dan aktivitas panah (Activity-On-Arrow – AOA). Pada pendekatan AON, titik menunjukkan aktivitas, sedangkan

pada AOA, panah menunjukkan aktivitas. Gambar 2.1 mengilustrasikan kedua pendekatan tersebut.

Gambar 2.1

Perbandingan Pemakaian Jaringan AON dan AOA

	Activity-on-Arrow (AOA)	Activity Meaning	Activity-on-Arrow (AOA)
SI		A commences B, which commences C.	
SI		A and B must both be completed before C can start.	
SI		B and C cannot begin until A is completed.	
SI		C and D cannot begin until A and B have both been completed.	
SI		D cannot begin until both A and B are completed. D cannot begin until B is completed. A dummy activity is introduced in AOA.	
SI		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 : Heizer & Render, Manajemen Operasi, 2009:95

Gambar 1 : Pemakaian Jaringan AON dan AOA

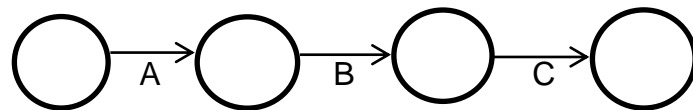
Anak panah selalu menghubungkan dua buah *nodes*, arah dari panah menunjukkan urutan-urutan waktu pada AOA dan titik pada AON. Diagram/jaringan hanya memiliki sebuah saat paling cepat dimulainya kejadian (*Initial Event*) dan sebuah paling cepat diselesaikannya kejadian (*Terminal Event*). Adapun contoh logika ketergantungan lainnya dalam kegiatan-kegiatan dengan

menggunakan pendekatan AOA dapat dinyatakan sebagai berikut (Heizer & Render, 2009):

- 1) 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 dilihat pada gambar 2.2.

Gambar 2.2

Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B & Kegiatan B pendahulu Kegiatan C



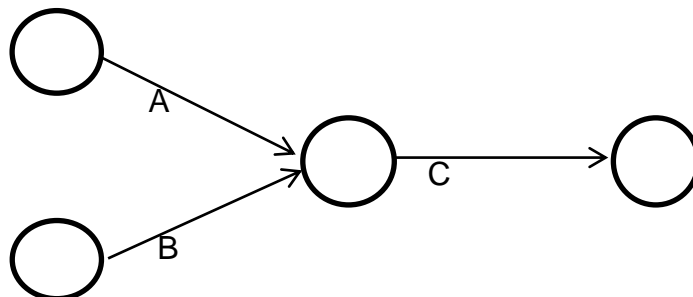
Sumber : Heizer & Render, Manajemen Operasi, 2009:95

Gambar 2 : Kegiatan A Pendahulu Kegiatan B & Kegiatan B Pendahulu Kegiatan C

- 2) Jika kegiatan A dan B harus selesai sebelum kegiatan C dapat dimulai, maka dapat dilihat pada gambar 2.3.

Gambar 2.3

Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C



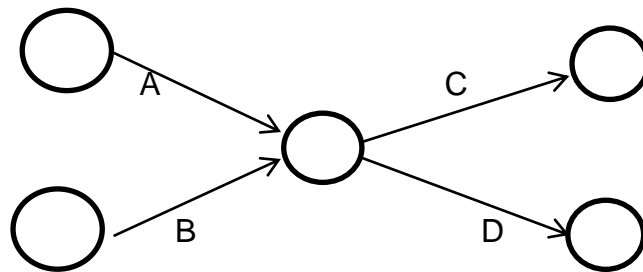
Sumber : Heizer & Render, Manajemen Operasi, 2009:95

Gambar 3 : Kegiatan A dan B Pendahulu Kegiatan C

- 3) Jika kegiatan A dan B harus dimulai sebelum kegiatan C dan D dapat dilihat pada gambar 2.4.

Gambar 2.4

Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D



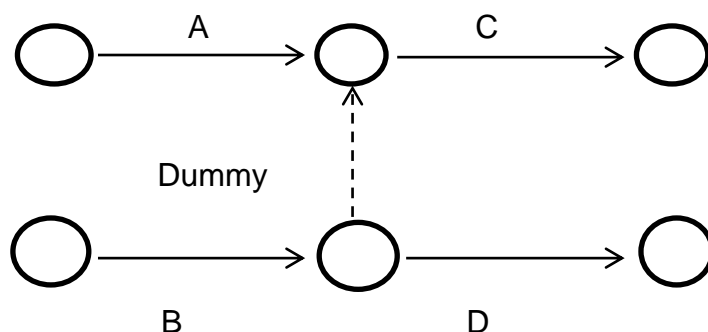
Sumber : Heizer & Render, Manajemen Operasi, 2009:95

Gambar 4 : Kegiatan A dan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D

- 4) 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 : Siswanto, Operation Research, 2007:8

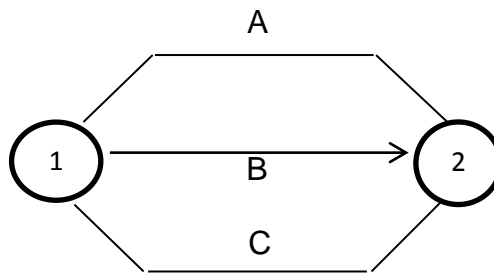
Gambar 5 : Kegiatan B Merupakan Pendahulu Kegiatan C dan D

Fungsi dummy (---->) diatas adalah memindahkan seketika itu juga (sesuai dengan arah panah) keterangan tentang selesainya kegiatan B.

- 5) 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



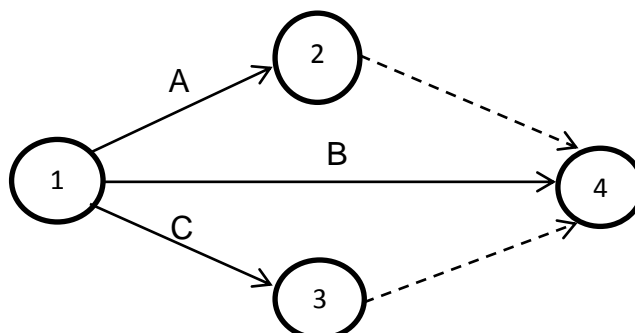
Sumber : Heizer & Render, Manajemen Operasi, 2009:95

Gambar 6 : Gambar Yang Salah Bila Kegiatan A, B, dan C Mulai dan Selesai Pada Kejadian Yang Sama

- 6) Untuk membedakan ketiga itu, maka masing-masing harus digambarkan dummy seperti gambar 2.7.

Gambar 2.7

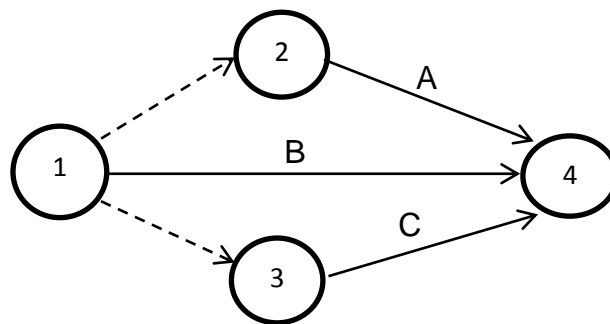
Kegiatan A, B dan C Mulai Selesai Pada Kejadian Yang Sama



Atau

Gambar 7 : Kegiatan A, B, dan C Mulai Selesai Pada Kejadian Yang Sama

Gambar 2.8



Gambar 8 : Atau Kegiatan A, B, dan C Mulai Selesai Pada Kejadian Yang Sama

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

a. Pengertian *Program Evaluation and Review Technique* (PERT)

Menurut Siswanto (2007) : “Program Evaluation and Review Technique (PERT) adalah sebuah model manajemen science untuk perencanaan dan pengendalian sebuah proyek” (hlm.2)

Menurut Heizer & Render (2009) : “Program Evaluation and Review Technique (PERT) adalah distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan antara lain waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu realistis” (hlm. 112)

1) Waktu Optimis (*Optimistic Time*) (a) = Waktu yang dibutuhkan oleh sebuah aktivitas jika semua hal yang

berlangsung sesuai rencana. Dalam memperkirakan nilai ini, biasanya terdapat probabilitas yang terkecil (katakanlah 1/100) bahwa waktu aktivitas akan < a.

2) Waktu Pesimis (*Pessimistic Time*) (b) = Waktu yang dibutuhkan sebuah aktivitas dengan asumsi kondisi yang ada sangat tidak diharapkan. Biasanya terdapat probabilitas yang juga kecil (juga 1/100) bahwa waktu aktivitas akan > b.

3) Waktu Realistis (*Most Likely Time*) (m) = Perkiraan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah aktivitas yang paling realistis.

b. Perhitungan PERT

Menurut Heizer & Render (2009, hlm. 113), *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) untuk menemukan waktu aktivitas yang diperkirakan (*expected activity time*), t, distribusi beta memberikan bobot perkiraan ketiga waktu sebagai berikut:

$$te \frac{a+4(m)+b}{6}$$

Dalam buku Iman Soeharto (2013, hlm. 273), besarnya ketidakpastian tergantung pada besarnya angka a dan b, dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Deviasi standar kegiatan : } S = \frac{1}{6}(b - a)$$

$$\text{Variansi kegiatan : } V (te) = S^2 = \left\{ \frac{b - a}{6} \right\}^2$$

Variansi sebuah kegiatan adalah akar rata-rata penyimpangan atau deviasi pengukuran terhadap mean atau rata-ratanya (Siswanto, 2007). Oleh karena itu variansi sebuah kegiatan mencerminkan besarnya deviasi suatu taksiran terhadap nilai rata-ratanya.

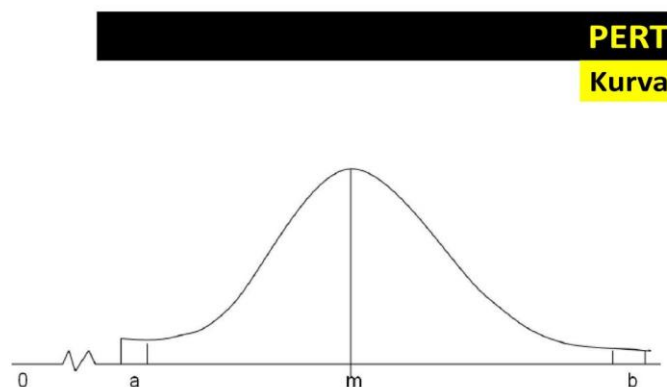
Menurut Soeharto (2013, hlm. 275), untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan (Z) dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target t(d) yang dinyatakan dengan rumus:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{s}$$

Dapat dijelaskan pada gambar 2.9 arti a, b dan m. kurva waktu yang menghasilkan puncak kurva adalah M, kurva A dan B terletak di pinggir kanan kiri dan kurva distribusi, yang menandai batas rentang waktu kegiatan.

Gambar 2.9

Tiga Macam Taksiran Waktu Pada Distribusi Beta



Tiga Macam Taksiran Waktu pada Distribusi Beta

Gambar 9 : Tiga Macam Taksiran Waktu Pada Distribusi Beta

Menurut Sri Mulyono (2007) : “PERT juga mengasumsikan bahwa waktu kegiatan adalah independent secara statistic, sehingga rata-rata dan varians waktu-waktu kegiatan itu dapat dijumlahkan untuk menghasilkan rata-rata dan varians waktu penyelesaian proyek. PERT lebih jauh mengasumsikan bahwa terdapat cukup banyak kegiatan yang terlibat dalam proyek sehingga rata-rata dan varians waktu penyelesaian proyek, sesuai dengan *central limit theorem*, mengikuti distribusi normal” (hlm. 304)

7. Critical Path Method (CPM)

a. Pengertian *Critical Path Method* (CPM)

Menurut Heizer & Render (2015) : “*Critical Path Method* (CPM) adalah sebuah teknik di mana masing-masing aktivitas memiliki sebuah waktu normal atau standar yang digunakan dalam perhitungan” (hlm. 86)

Menurut Siswanto (2007) : “CPM atau *Critical Path Method* adalah sebuah model manajemen proyek yang mengutamakan biaya sebagai objek yang dianalisis” (hlm. 25)

b. Perhitungan CPM

Dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal beberapa terminology dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut:

1) Terminology CPM

a) $TE = E$

Waktu paling awal peristiwa (*node/event*) dapat terjadi (*Earliest Time Of Occurance*), yang berasal dari *node* tersebut dapat dimulai, karena menurut aturan dasar jaringan kerja suatu kegiatan baru dapat dimulai bila kegiatan terdahulu telah selesai.

b) $TL = L$

Waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (*Latest Allowable Event/Accurance Time*), yang berarti waktu paling lambat yang masih diperbolehkan bagi suatu peristiwa terjadi.

c) ES

Waktu dimulai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Start*). Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.

d) EF

Waktu selesai paling awal suatu kegiatan (*Earliest Finish Time*). Bila hanya ada satu kegiatan

terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu, merupakan ES kegiatan berikutnya.

e) LS

Waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*Latest Allowable Start Time*), yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

f) LF

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Latest Allowable Finish Time*) tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

g) D/t

Adalah kurun waktu suatu kegiatan. Umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan, dan lain-lain.

2) Perhitungan CPM

Metode jalur kritis menggunakan suatu kepastian waktu (deterministic) dimana jalur kritislah yang menjadi perhitungan dasarnya. Menurut Heizer & Render (2015, hlm. 70), menjelaskan bahwa dalam melakukan analisis jalur kritis, digunakan lintas dua arah (*two-pass*) yang berisikan lintas depan (*forward pass*) dan lintas belakang (*backward pass*), untuk menentukan jadwal waktu untuk masing-masing

aktivitas. Waktu mulai dan selesai yang lebih cepat (ES dan EF) ditentukan pada saat lintas depan (*forward pass*). Waktu mulai dan selesai yang paling lambat (LS dan LF) ditentukan pada saat lintas belakang (*backward pass*). Namun pada CPM tidak ada pemberlakuan metode statistic untuk mengakomodasikan adanya ketidakpastian seperti metode PERT.

Jika perhitungan maju dan perhitungan mundur sudah ditemukan, maka dapat ditentukan jalur kritisnya, kemudian jumlah waktu *slack* (*slack time*) juga dapat ditentukan. **Slack** adalah waktu yang dimiliki oleh sebuah kegiatan untuk bisa diundur, tanpa menyebabkan keterlambatan proyek keseluruhan (Heizer & Render, 2009). Setelah jalur kritis dan kelonggaran waktu ditemukan lalu dapat diperhitungkan percepatan waktu (*crashing*).

8. Analisis Jalur Kritis

a. Pengertian Jalur Kritis

Menurut Heizer & Render (2015, hlm. 70), Jalur Kritis adalah jalur waktu terpendek yang melebihi suatu jaringan. Untuk menemukan jalur kritis, dilakukan perhitungan dengan dua waktu awal dan akhir untuk

masing-masing aktivitas. Hal ini dijelaskan sebagai berikut:

1) Pemulaan paling awal (*earliest start* – ES)

Waktu paling awal di mana sebuah aktivitas bisa di mulai

2) Penyelesaian paling awal (*earliest finish* – EF)

Waktu paling awal di mana sebuah aktivitas bisa diselesaikan

3) Permulaan paling akhir (*latest start* – LS)

Waktu paling lambat di mana sebuah aktivitas bisa dimulai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian dari keseluruhan proyek

4) Penyelesaian paling akhir (*latest finish* – LF)

Waktu paling lambat di mana sebuah aktivitas harus selesai sehingga tidak menunda waktu penyelesaian dari keseluruhan proyek

b. Manfaat Jalur Kritis

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

1) Penundaan pekerjaan pada lintasan kritis

menyebabkan seluruh pekerjaan proyek tertunda penyelesaian.

- 2) Proyek dapat dipercepat penyelesaiannya, bila pekerjaan-pekerjaan yang ada pada lintasan kritis dapat dipercepat.
- 3) Pengawasan atau control 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.
- 4) *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.

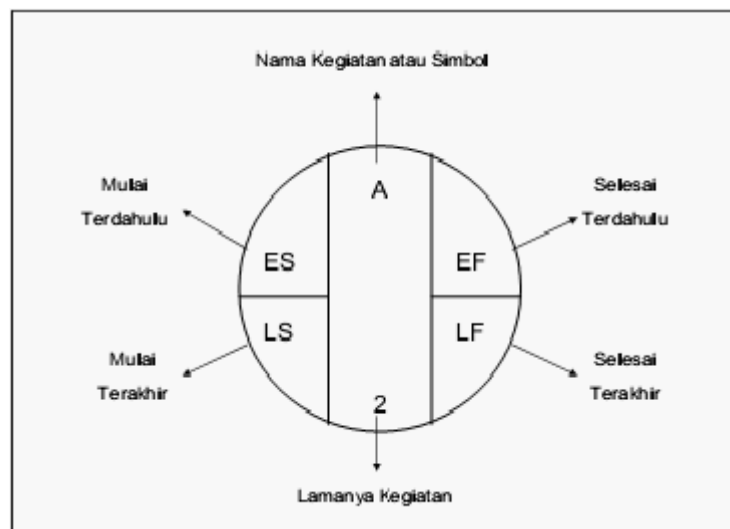
c. Menentukan Jalur Kritis

Dalam menentukan jalur kritis pada metode PERT & CPM, sama-sama menggunakan proses two-pass yang terdiri dari perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*) untuk menentukan jadwal waktu untuk setiap aktivitas (Heizer & Render, 2009). ES dan EF ditentukan selama *Forward Pass*, LS

dan LF ditentukan selama *Backward Pass*, untuk penjelasan ES, EF, serta LF telah dijabarkan pada terminology CPM, juga diuraikan pada *node* berikut ini:

Gambar 2.10

Notasi Yang Digunakan Pada *Node* Kegiatan



Gambar 10 : Notasi Yang Digunakan Pada Node Kegiatan

1) Cara Perhitungan Maju (*Forward Computation*)

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

Rumus:

$$TE = ES = 0$$

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

$EF = ES + t$

Dimana:

ES : saat tercepat dimulainya aktivitas

TE : saat tercepat terjadinya *event*

EF : saat tercepat diselesaikannya aktivitas

T : waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

2) Cara Perhitungan Mundur (*Backward Computation*)

Pada perhitungan mundur, perhitungan bergerak dan *terminal event* menuju ke *initial event*. Tujuannya ialah untuk menghitung saat paling terlambat terjadinya *event* dan saat paling lambat dimulainya dan diselesaikannya aktivitas-aktivitas (LS dan LF).

Rumus:

$TL = LF$

$LS = LF - t$

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

Dimana:

LS = saat paling lambat dimulainya aktivitas

LF = saat paling lambat diselesaikan aktivitas

TL = saat paling lambat terjadinya *event*

t = waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

d. Float

Float adalah jangka waktu yang merupakan ukuran bebas toleransi keterlambatan suatu aktivitas yang non kritis.

1) *Total Float*

Total Float adalah jumlah waktu dimana waktu penyelesaian suatu aktivitas dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Rumus:

$$S = LS - ES \text{ atau } S = LF - EF$$

2) *Free Float*

Free Float adalah jumlah waktu dimana penyelesaiannya suatu aktivitas dapat diukur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari mulainya aktivitas yang lain atau saat paling cepat terjadinya *event* lain pada *network*. Sedangkan untuk *free slack* dihitung dengan cara mencari selisih antara saat tercepat terjadinya *event* diujung aktivitas dengan saat tercepat diselesaikannya aktivitas tersebut.

Rumus:

$$SF = EF - ES - t$$

Suatu aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran (*float*) disebut aktivitas kritis, dengan kata lain aktivitas kritis mempunyai $S = SF = 0$.

9. Persamaan dan Perbedaan PERT dan CPM

Menurut Herjanto (2008, hlm. 360), Persamaan dan Perbedaan mendasar CPM dan PERT adalah:

a. Persamaan PERT dan CPM

- 1) Sama-sama merupakan teknik yang paling banyak digunakan dalam menentukan perencanaan, pengendalian dan pengawasan proyek.
- 2) Keduanya menggambarkan kegiatan-kegiatan dari suatu proyek dalam suatu jaringan kerja.
- 3) Keduanya dapat dilakukan berbagai analisis untuk membantu manajer dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan waktu, biaya, atau penggunaan sumber daya.

b. Perbedaan antara PERT dan CPM

- 1) Terletak pada jenis taksiran waktu yang digunakan. CPM menggunakan satu jenis waktu untuk taksiran waktu kegiatan, sedangkan PERT menggunakan tiga jenis waktu. Tiga jenis waktu yang dipergunakan dalam PERT sebagai berikut:

t_o = prakiraan waktu paling optimis

t_m = prakiraan waktu paling mungkin

t_p = prakiraan waktu paling pesimis

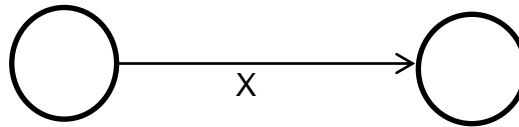
Waktu yang diharapkan untuk suatu kegiatan dihitung berdasarkan rata-rata tertimbang dari tiga jenis waktu di atas, yaitu:

$$t = \frac{t_o + 4t_m + t_p}{6}$$

- 2) CPM digunakan apabila taksiran waktu pengerjaan setiap kegiatan dapat diketahui dengan baik, dimana penyimpangannya relative kecil atau dapat diabaikan. Sementara, PERT diergunakan pada proyek yang taksiran waktu kegiatannya tidak bisa dipastikan, misalnya kegiatan tersebut belum pernah dilakukan atau memiliki variasi waktu yang besar.
- 3) CPM menganggap proyek terdiri dari kegiatan-kegiatan yang membentuk satu atau beberapa lintasan, sedangkan PERT menganggap proyek terdiri dari peristiwa-peristiwa yang susul menyusul. Dengan kata lain, CPM berorientasikan kegiatan (*activities oriented*) sedangkan PERT berorientasikan peristiwa (*events oriented*). Perbedaan ini terlihat pada cara penggambaran karingan kerja. CPM menggunakan pendekatan *activity on arrow* (AOA), yang menggunakan anak panah sebagai symbol dari kegiatan.

Gambar 2.11

CPM Menggunakan Pendekatan AOA



X = membuat saluran

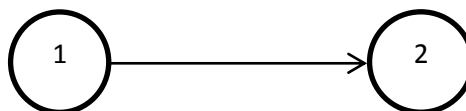
Gambar 11: CPM Menggunakan Pendekatan AOA

Sumber : Eddy Herjanto, Manajemen Operasi, 2008 : 361

PERT menggunakan pendekatan *activity on node* (AON), yang menggunakan lingkaran (*node*) sebagai symbol kegiatan.

Gambar 2.12

PERT Menggunakan Pendekatan AON



1 = mulai membuat saluran

2 = selesai membuat saluran

1-2 = membuat saluran

Gambar 12: PERT Menggunakan Pendekatan AON

Sumber : Eddy Herjanto, Manajemen Operasi, 2008 : 361

4) Perbedaan lainnya berdasarkan statistic. PERT memungkinkan adanya ketidakpastian, misalnya untuk mengukur probabilitas selesainya suatu proyek

bila diinginkan proyek selesai dalam suatu waktu tertentu.

10. Analisis Optimalisasi

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2008), pengertian analisis optimalisasi dipecah menjadi dua yaitu analisis dan optimalisasi. Analisis (analisis data) diartikan sebagai penelaah dan penguraian atas data hingga menghasilkan simpulan-simpulan, sedangkan optimalisasi berarti proses, cara, perbuatan pengoptimalan (menjadikan paling baik atau paling tinggi). (hlm.800)

11. Percepatan Waktu Proyek (Crashing)

a. Pengerti

an Percepatan Waktu Proyek (Crashing)

Menurut Heizer & Render (2015) : “*crash time* didefinisikan sebagai durasi yang paling pendek yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah aktivitas” (hlm. 86)

b. Dampak Dari Percepatan Waktu Proyek

Terkait dengan waktu singkat adalah *crash cost* (memperkecil biaya) dari aktivitas. Biasanya jika ingin memperpendek/mempersingkat sebuah aktivitas dengan menambahkan sumber daya ekstra (missal:

perlengkapan, orang) ke dalam aktivitas tersebut maka aktivitas menjadi lebih tinggi dibandingkan biaya normal.

Dengan demikian, biaya *crashing* (atau mempersingkat) sebuah aktivitas bergantung pada sifat dari aktivitas tersebut. Manajer biasanya tertarik dalam mempercepat sebuah proyek dengan biaya tambahan yang paling murah. Oleh karena itu, ketika memilih aktivitas mana yang akan dipercepat, dan seberapa banyak, perlu memastikan hal-hal berikut:

- 1) Jumlah di mana sebuah aktivitas dipercepat itu dimungkinkan.
- 2) Jika dilakukan, durasi aktivitas yang diperpendek akan memungkinkan untuk menyelesaikan proyek sesuai tenggat waktu.
- 3) Biaya total dari mempersingkat sebuah proyek semurah mungkin.

c. Langka

h-langkah Crashing

Dalam mempersingkat/memperpendek suatu proyek melibatkan 4 langkah sebagai berikut:

- 1) Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)
Adapun rencana kerja yang akan dilakukan dalam mempercepat durasi pekerjaan dengan metode jam kerja lembur adalah:

a) Waktu
kerja normal adalah 8 jam (08.00-16.00),
sedangkan kerja lembur dilakukan setelah
waktu kerja normal.

b) Harga
upah pekerja untuk kerja lembur menurut
Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor
KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 11 tentang
Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja
Lembur:

1) Untuk 1
jam kerja lembur pertama adalah 1,5
kali upah sejam

2) Untuk
setiap jam kerja lembur berikutnya
harus dibayar sebesar 2 kali upah
sejam

Dari uraian diatas dapat dirumuskan sebagai berikut:

Biaya lembur per hari = (jam kerja lembur pertama x 1,5
x upah satu jam normal) + (jam kerja lembur berikutnya x
2 upah satu jam
normal).....(1)

2) Produkti
vitas Kerja Lembur

Menurut Soeharto yang dikutip oleh Dimiyati (2014 : 381) secara umum produktivitas merupakan perbandingan antara output dan input. Di bidang konstruksi output dapat dilihat dari kuantitas pekerjaan yang telah dilakukan seperti meter kubik galian atau timbunan. Sedangkan input merupakan jumlah sumber daya yang dipergunakan seperti tenaga kerja, peralatan dan material. Karena peralatan dan material biasanya bersifat standar maka tingkat keahlian tenaga kerja merupakan salah satu faktor penentu produktivitas.

Apabila dilakukan kerja lembur akan terjadi penurunan produktivitas yang dapat dilihat dari tabel 2.2

Tabel 2.2

Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1	0,1	90
2	0,2	80
3	0,3	70
4	0,4	60

Sumber : Soeharto, 1997

Tabel 2 : Koefisien Penurunan Produktivitas

Dapat diuraikan sebagai berikut:

a) $\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{volume}}{\text{durasinormal}} \dots \dots \dots (2)$

b) Produkti

$\text{vitas Tiap Jam} = \frac{\text{produktivitas Harian}}{8 \text{ jam}} \dots (3)$

c) Produkti

vitas harian akibat lembur ($a \times b \times \text{produktivitas tiap jam}$).....(4)

Dimana:

a = lama penambahan jam kerja

b = koefisien penurunan produktivitas penambahan jam kerja

3) Crashin

g

Crashing adalah suatu proses disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Proses *crashing* adalah cara melakukan perkiraan dari *variable cost* dalam menentukan pengurangan durasi yang paling maksimal dan paling ekonomis dari suatu kegiatan yang masih mungkin untuk direduksi (Ervianto, 2004).

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa

istilah yaitu: Kurun Waktu Normal/*Normal Duration* (ND), Kurun Waktu Dipersingkat/*Crash Duration* (CD), Biaya Normal/*Normal Cost* (NC), dan Biaya Untuk Waktu Dipersingkat/*Crash Cost* (CC).

Penambahan biaya langsung (*Direct Cost*) untuk mempercepat suatu aktivitas persatuan waktu disebut *Cost Slope*. Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Produktivitas harian setelah crash} \\ & = (8 \text{ jam} \times \text{produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \\ & \text{produktivitas tiap jam}) \dots \dots \dots (5) \end{aligned}$$

Dimana:

- a = lama penambahan jam kerja
- b = koefisien penurunan produktivitas penambahan jam kerja

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas harian setelah crash}} \dots (6)$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya lembur pekerja} & = (1,5 \times \text{upah sejam normal} \\ & \text{untuk jam kerja lembur pertama}) + (2 \times n \times \text{upah} \\ & \text{sejam untuk jam kerja lembur sebelumnya}) \dots \dots (7) \end{aligned}$$

Dimana:

n = jumlah penambahan jam kerja

$$\begin{aligned} \text{Crash Cost pekerja perhari} & = \text{normal cost pekerja} \\ & \text{perhati} + \text{biaya lembur perhari} \dots \dots \dots (8) \end{aligned}$$

Crash Cost = crash duration x crash cost pekerja perhari.....(9)

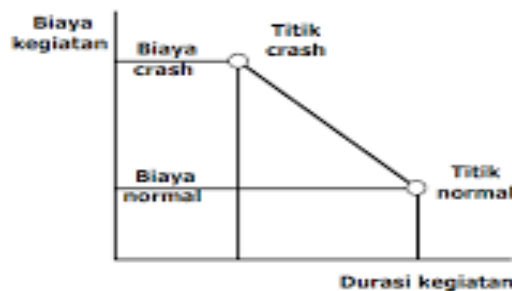
$$\text{Cost Slope} = \frac{(\text{Biaya crash} - \text{Biaya normal})}{(\text{Waktu normal} - \text{Waktu crash})} \dots\dots\dots(10)$$

d. Hubungan an Biaya Terhadap Waktu Normal dan Crash

Hal yang berkaitan dengan waktu *crash* ini adalah biaya *crash* dari aktivitas dengan menambah sumber daya lebih pada aktivitas tersebut, sehingga biaya *crash* sebuah aktivitas lebih mahal dari biaya normalnya. Hal ini dapat dijelaskan pada gambar 2.13 berikut:

Gambar 2.13

Hubungan Biaya – Waktu Pada Keadaan Normal dan Crash



sumber : Santoso, Manajemen Proyek, 2009 : 88

Gambar 13 : Hubungan Biaya - Waktu Pada Keadaan Normal dan Crash

B. Penelitian Terdahulu

Penyusunan penelitian ini didukung dengan studi literature yang berkaitan diantaranya merupakan hasil studi penelitian jurnal

dari penelitian sebelumnya mengenai analisis *network planning* pada optimalisasi waktu dan biaya proyek. Adapun penelitian tersebut tertera di tabel berikut.

Tabel 2.3
Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul	Persamaan Variabel	Perbedaan Variabel	Hasil Penelitian
1	Ibnu Dipoprasetyo, Universitas Mulawarna 2016	Analisis Network Planning Dengan Critical Path Method (CPM) Dalam Usaha Efisiensi Waktu Produksi Pakaian	Analisis optimalisasi waktu menggunakan network planning	Mengoptimalkan waktu produksi pakaian batik	Hasil dari penelitiannya adalah dengan waktu normal yang dibutuhkan Butik Omahkoe Batik dalam penyelesaian kegiatan produksi 1 pesanan long dress batik adalah 31,09 jam sedangkan waktu perhitungan

		Batik Pada Batik Omahkoe Batik Di Samarinda			menggunakan Critical Path Method (CPN) adalah 29,92 jam. Kemudian selisih waktu tersebut menunjukkan bahwa waktu penyelesaian produksi pakaian batik lebih efisien.
2	Apri Widiya Laksana, Heri Setiawan Prasetyo, M. Agung Wibowo dan Arif Hidayat Universitas Diponegoro 2014	Optimalisa si Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Analisa Crash Program	Analisis optimalisasi waktu dan biaya proyek	Analisis menggunakan crash program	Hasil penelitian menunjukkan pada pekerjaan Pelindung Tebing Sungai Randu Gunting, Kabupaten Pati, diperoleh penjadwalan proyek yang dianggap paling optimal untuk pelaksanaan proyek selama 147 hari kalender, dengan biaya sebesar Rp. 436.591.926,14 dengan mempercepat durasi proyek

					menggunakan penambahan jam kerja 3 jam karena pada pelaksanaan lembur 3 jam disyaratkan pemberian konsumsi sangat diperhitungkan.
3	Restu Rama Bayu Adi, Devinta Elga Traulia, M. Agung Wibowo, Frida Kistiani, Universitas Diponegoro, 2016	Analisis Percepatan Proyek Metode Crash Program Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland	Analisis percepatan proyek metode crash pembangunan gedung	Analisis percepatan proyek metode crash pembangunan gedung mixed use sentraland	Lintasan kritis Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland Semarang dari Lantai 7 sampai Lantai RL terdapat pada pekerjaan struktur atas (kolom, pelat lantai dan balok) dengan durasi normal 203 hari. Berdasarkan Grafik Hubungan Biaya dengan Waktu dapat disimpulkan Skenario 1 dapat

					mempercepat 12 hari dengan kenaikan biaya ± 0,51%, Skenario 2 mempercepat 15 hari dan kenaikan biaya ± 2,83%, Skenario 3 mempercepat 27 hari dan kenaikan biaya ± 3,30%.
4	Iqma Sabarina, Syaiful, Noor Ida Hayati, Universitas Ibn Khaldun Bogor, 2012	Analisis Metode Network Planning Dan S-Curve Proyek Konstruksi Di Bogor	Analisis network planning	Analisis network planning proyek konstruksi	Efektivitas penggunaan metode network planning oleh pelaku dunia konstruksi (responden) dalam penelitian ini memberikan hasil yang relative rendah dibandingkan dengan metode S-Curve.

Tabel 3 : Penelitian Terdahulu

C.

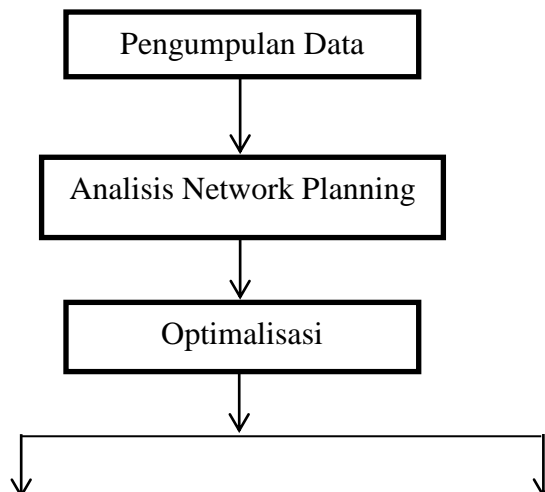
Kerang

ka Pemikiran

Berdasarkan teori yang ada sebelumnya dan rumusan masalah, maka kerangka pemikiran dari penelitian dengan judul “Analisis Network Planning Pada Optimalisasi Waktu dan Biaya Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta Oleh PT. Pamapersada Nusantara” yaitu sebagai berikut:

Gambar 2.14

Kerangka Pemikiran



Optimalisasi Waktu

Optimalisasi Biaya

Gambar 14 : Kerangka Pemikiran

Sumber : Data yang diolah penulis

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Metode Penelitian

Menurut Sugiyono (2008) : “metode penelitian diartikan sebagai cara ilmiah untuk mendapatkan data dengan tujuan dan kegunaan tertentu”(hlm. 2)

Sedangkan menurut Noor (2011) : “metode penelitian adalah anggapan dasar tentang suatu hal yang dijadikan pijakan bdrfikir dan bertindak dalam melaksanakan penelitian” (hlm.254)

Dengan demikian dari kedua pendapat tersebut di atas, maka dapat disimpulkan bahwa metode penelitian adalah suatu cara prosedur untuk mendapatkan data terhadap suatu permasalahan dan tujuan serta kegunaan tertentu tanpa harus membuat perbandingan atau menghubungkan dengan objek yang lain. Dalam melaksanakan penelitian ini, untuk memperoleh data dan fakta yang diperlukan berkaitan dengan tujuan dengan judul yang diambil dalam tugas akhir ini, penulis menggunakan metode penelitian deskriptif, yaitu suatu cara penelitian dengan menggambarkan atau menguraikan secara jelas mengenai objek yang diteliti.

Menurut Syah (2010) : “penelitian deskriptif adalah metode penelitian yang digunakan penelitian yang digunakan untuk

menemukan pengetahuan yang seluas-luasnya terhadap objek penelitian pada suatu masa tertentu” (hlm. 34)

B. Definisi Operasional

1. Definisi Proyek

Menurut Dimiyati & Nurjaman, proyek merupakan tugas yang perlu dirumuskan untuk mencapai sasaran yang dinyatakan secara konkret dan diselesaikan dalam periode tertentu dengan menggunakan tenaga manusia dan alat-alat yang terbatas. Proyek memiliki beberapa karakteristik yaitu (1) bersifat unik, (2) memiliki jangka waktu tertentu berupa tanggal mulai dan tanggal berakhir yang jelas, (3) proyek memiliki anggaran yang memiliki batas tertentu, (4) proyek memiliki target spesifikasi kualitas tertentu yang mesti dipenuhi oleh pelaksana proyek.

2. Definisi Manajemen Proyek

Menurut Ervianto, manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu. Manajemen proyek dapat diterapkan pada jenis proyek apapun, dan dipakai secara luas untuk menyelesaikan proyek yang besar dan kompleks. Menurut Heizer & Render, manajemen proyek meliputi tiga fase yaitu Perencanaan, Penentuan jadwal dan Pengendalian. Menurut

Dimiyati & Nurjaman, manajemen proyek memiliki tujuan yaitu tepat mutu, tepat biaya dan juga tepat waktu.

3. Definisi Penjadwalan Proyek

Menurut Heizer & Render, penjadwalan Proyek merupakan pengurutan dan pembagian waktu untuk aktivitas proyek, dimana pada fase ini setiap aktivitas memerlukan waktu dan menghitung sumber daya yang diperlukan pada masing-masing tahapan produksi. Menurut Heizer & Render, tujuan penjadwalan proyek adalah sebagai berikut: (1) Menunjukkan hubungan dari masing-masing aktivitas dengan yang lainnya dan dengan keseluruhan proyek, (2) Mengidentifikasi hubungan yang lebih diutamakan di antara berbagai aktivitas, (3) Mendorong pengaturan waktu realistic dan estimasi biaya untuk masing-masing aktivitas, (4) Membantu menjadikan lebih baik penggunaan orang, uang, dan sumber daya material dengan mengidentifikasi kemacetan utama dalam proyek. Menurut Husen, tingkat kompleksitas penjadwalan proyek sangat dipengaruhi oleh factor-faktor berikut: 1) Sasaran dan tujuan proyek, 2) Keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan *master schedule*, 3) Dana yang diperlukan dan dana yang tersedia, 4) Waktu yang diperlukan, waktu yang tersedia, 5) Susunan dan jumlah kegiatan proyek serta keterkaitan di antaranya, 6) Kerja lembur dan pembagian shift kerja untuk mempercepat proyek, 7) Sumber daya yang di perlukan dan

sumber daya yang tersedia, 8) Keahlian tenaga kerja dan kecepatan mengerjakan tugas. Secara umum ada dua metode dalam penjadwalan proyek menurut Haming dan Nurjamanuddin, yaitu Metode *Gantt Chart* dan Metode *Network Planning*.

4. Definisi Network Planning (Jaringan Kerja)

Menurut Larson, jaringan proyek adalah suatu alat yang digunakan untuk merencanakan, menjadwalkan, dan memonitor kemajuan proyek. Jaringan menggambarkan berbagai aktivitas yang harus diselesaikan, urutan logis, saling ketergantungan antar aktivitas, serta waktu aktivitas tersebut dimulai dan berakhir. Menurut Heizer & Render, ada dua pendekatan untuk menggambarkan jaringan proyek, yaitu aktivitas pada titik (Activity-On-Node – AON) dan aktivitas panah (Activity-On-Arrow – AOA). Pada pendekatan AON, titik menunjukkan aktivitas, sedangkan pada AOA, panah menunjukkan aktivitas.

5. Definisi Jalur Kritis

Menurut Heizer & Render, jalur kritis adalah jalur waktu terpendek yang melebihi suatu jaringan. Untuk menemukan jalur kritis, dilakukan perhitungan dengan dua waktu awal dan akhir untuk masing-masing aktivitas. Menurut Heizer & Render, dalam menentukan jalur kritis pada metode PERT & CPM, sama-sama menggunakan proses two-pass yang terdiri dari

perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*) untuk menentukan jadwal waktu untuk setiap aktivitas.

6. Definisi Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Menurut Heizer & Render, *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) adalah distribusi peluang berdasarkan tiga perkiraan waktu untuk setiap kegiatan antara lain waktu optimis, waktu pesimis, dan waktu realistis.

7. Definisi Critical Path Method (CPM)

Menurut Heizer & Render, *Critical Path Method* (CPM) adalah sebuah teknik di mana masing-masing aktivitas memiliki sebuah waktu normal atau standar yang digunakan dalam perhitungan. Kelebihan jenis ini dapat menunjukkan informasi jalur kegiatan yang kritis.

8. Definisi Percepatan Waktu Proyek (Crashing)

Menurut Heizer & Render, *Crash time* didefinisikan sebagai durasi yang paling pendek yang diperlukan untuk menyelesaikan sebuah aktivitas. Terkait dengan waktu singkat adalah *crash cost* (memperkecil biaya) dari aktivitas. Biasanya jika ingin memperpendek / memperingkat sebuah aktivitas dengan menambahkan sumber daya ekstra (misal; perlengkapan, orang) ke dalam aktivitas tersebut maka aktivitas menjadi lebih tinggi dibandingkan biaya normal. Dengan

demikian, biaya *crashing* (atau mempersingkat) sebuah aktivitas bergantung pada sifat dari aktivitas tersebut.

C. Objek Penelitian

Objek dalam penelitian yang digunakan penulis adalah PT. PAMAPERSADA NUSANTARA yang beralamat di Jakarta Industrial Estate Pulo Gadung, Jl. Rawagelam 1 No.9, RW.9, Jatinegara, Cakung, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13930. PT. Pamapersada Nusantara telah melakukan Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta. Data-data yang diperoleh berupa jadwal dan biaya pelaksanaan serta informasi lain yang relevan dengan penelitian ini yang berasal dari pihak-pihak yang terlibat dalam pelaksanaannya.

D. Jenis, Sumber dan Metode Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Jenis data dalam penelitian ini adalah data kuantitatif. Data kuantitatif adalah data yang berbentuk angka atau data yang diukur dalam suatu skala numeric. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini berupa waktu pelaksanaan, jadwal proyek dan biaya pelaksanaan serta data-data lain yang mendukung dalam penelitian ini.

2. Sumber Data

Sumber data adalah segala sesuatu yang dapat memberikan informasi mengenai data. Berdasarkan sumbernya, data dibedakan menjadi dua yaitu sebagai berikut:

a. Data primer

Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumbernya, diamati, dan dicatat untuk pertama kalinya. Data primer yang diperlukan untuk penelitian ini antara lain meliputi aktivitas-aktivitas perusahaan, logika ketergantungan antar kegiatan, dan semua yang berkenaan dengan penelitian ini.

b. Data sekunder

Data sekunder merupakan data yang diperoleh oleh perusahaan dalam bentuk yang sudah jadi berupa publikasi atau dengan kata lain, data yang didapat dari pihak pertama atau pihak lain. Data yang digunakan dalam penelitian ini meliputi biaya dan kurun waktu pelaksanaan aktivitas Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta.

3. Teknik Pengumpulan Data

a. Wawancara

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan mewawancarai langsung responden yaitu pemilik dan project manager guna melengkapi data-data yang dibutuhkan penulis.

b. Studi Pustaka

Pengumpulan data dalam penelitian ini adalah dengan membaca jurnal-jurnal, internet dan penelitian terdahulu yang berkaitan dengan penelitian yang sedang dilakukan.

E. Rancangan Analisis

Setelah melakukan pengumpulan data, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis data yang sedang diteliti, dengan cara menggunakan pendekatan PERT dan CPM yang dapat membantu dalam mengolah data, menganalisis data, menganalisis dan menginterpretasikan data tersebut. Pendekatan ini dilakukan dengan mengestimasi waktu penyelesaian suatu proyek yang dapat diketahui dengan cara:

- a. Triple Duration Estimate, dengan cara memperkirakan waktu dengan membedakan tiga jenis durasi waktu yaitu (a) waktu optimis, (b) waktu pesimis, (m) waktu realistis (Pendekatan PERT).
- b. Single Duration Estimate, atau perkiraan waktu durasi tunggal untuk setiap kegiatan (Pendekatan CPM). Menurut Heizer & Render (2009, hlm. 93), langkah-langkah pembuatan *Network Planning* adalah sebagai berikut:
- c. Menetapkan proyek dan menyiapkan struktur penguraian kerjanya.

- d. Membangun hubungan antara aktivitas-aktivitasnya. Memutuskan aktivitas yang harus dilakukan lebih dahulu dan aktivitas yang harus mengikuti aktivitas lain.
- e. Menggambarkan jaringan yang menghubungkan keseluruhan aktivitas.
- f. Menetapkan perkiraan waktu dan/atau biaya untuk setiap aktivitas.
- g. Menghitung jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Hal ini disebut jalur kritis.
- h. Menggunakan jaringan untuk membantu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian proyek.

1. Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Menurut Heizer & Render (2009, hlm. 113), *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) untuk menemukan waktu aktivitas yang diperkirakan (expected activity time), t_e , distribusi beta memberikan bobot perkiraan ketiga waktu sebagai berikut:

$$t_e = \frac{a + 4(m) + b}{6}$$

Keterangan:

t_e = Expected Duration

a = Waktu Optimis

m = Waktu Realistis

b = Waktu Pesimis

Dengan menggunakan rumus te, maka jalur kritis dapat diidentifikasi. Pada jalur kritis berlaku slack = 0. Rentan 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 dirumuskan:

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

Keterangan:

S = Deviasi standar kegiatan

a = Waktu optimis

b = Waktu pesimis

Untuk varians kegiatan dirumuskan:

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

Keterangan:

V(te) = Varians kegiatan

S = Deviasi standar kegiatan

Menurut Soeharto (2013, hlm. 275), untuk mengetahui kemungkinan mencapai target jadwal dapat dilakukan (Z) dengan menghubungkan antara waktu yang diharapkan (TE) dengan target t(d) yang dinyatakan dengan rumus:

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

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

2. Critical Path Method (CPM)

Menurut Dimiyati & Nurjaman (2014, hlm. 378), dalam proses identifikasi jalur kritis, dikenal sebagai terminology dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut:

a. Terminology CPM

1) $TE = E$

Waktu paling awal peristiwa (node/event) dapat terjadi (Earliest Time Of Occurance).

2) $TL = L$

Waktu paling akhir peristiwa boleh terjadi (Latest Allowable Event/ Accurance Time).

3) ES

Waktu dimulai paling awal suatu kegiatan (Earliest Start).

4) EF

Waktu selesai paling awal suatu kegiatan (Earliest Finish Time).

5) LS

Waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (Latest Allowable Start Time).

6) LF

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (Latest Allowable Finish Time) tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

7) D/t

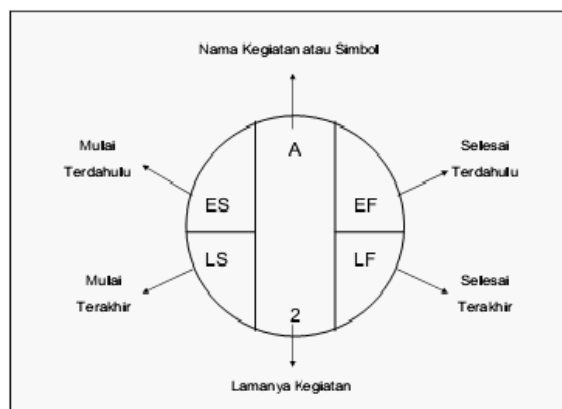
Adalah kurun waktu suatu kegiatan.

b. Menentukan jalur kritis

Dalam menentukan jalur kritis pada metode PERT & CPM, sama-sama menggunakan proses *two-pass* yang terdiri perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*) untuk menentukan jadwal waktu untuk setiap aktivitas (Heizer & Render, 2009). ES dan EF ditentukan selama *Forward Pass*, LS dan LF ditentukan selama *Backward Pass*, untuk penjelasan ES, EF, serta LF telah dijabarkan pada terminology CPM, juga diuraikan pada node berikut ini:

Gambar 3.1

Notasi Yang Digunakan Pada *Node* Kegiatan



Gambar 15 : Notasi Yang Digunakan Pada *Node* Kegiatan

1) Cara Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

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

Rumus:

$$TE = ES = 0$$

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

$$EF = ES + t$$

Dimana:

ES : saat tercepat dimulainya aktivitas

TE : saat tercepat terjadinya *event*

EF : saat tercepat diselesaikannya aktivitas

t : waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

2) Cara Perhitungan Mundur (*Backward Pass*)

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

Rumus:

$$TL = LF$$

$$LS = LF - t$$

LF = Min (LS dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya)

Dimana:

LS = saat paling lambat dimulainya aktivitas

LF = saat paling lambat diselesaikan aktivitas

TL = saat paling lambat terjadinya *event*

t = waktu yang diperlukan untuk suatu aktivitas

3) Float

a) *Total Float*

Rumus:

$$S = LS - ES \text{ atau } S = LF - EF$$

b) *Free Float*

Rumus:

$$SF = EF - ES - t$$

Suatu aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran (float) disebut aktivitas kritis, dengan kata lain aktivitas kritis mempunyai $S = SF = 0$.

c. Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan (Crash Program)

Adapun beberapa parameter yang harus dicari untuk mengetahui percepatan waktu proyek adalah sebagai berikut:

a) Produktivitas Harian = $\frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}}$

b) Produktivitas Tiap Jam = $\frac{\text{Produktivitas Harian}}{8 \text{ jam}}$

c) Produktivitas harian setelah crah

$$= (8 \text{ jam} \times \text{produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{produktivitas tiap jam})$$

Dimana:

a = lama penambahan jam kerja

b = koefisien penurunan produktivitas penambahan jam kerja

Tabel 3.1

Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1	0,1	90
2	0,2	80
3	0,3	70
4	0,4	60

Tabel 4 : Koefisien Penurunan Produktivitas

d) $\text{Crash Duration} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas harian setelah crash}}$

e) $\text{Biaya lembur pekerja} = (1,5 \times \text{upah sejam normal untuk jam kerja lembur pertama}) + (2 \times n \times \text{upah sejam untuk jam kerja lembur sebelumnya})$

Dimana:

n = jumlah penambahan jam kerja

- f) Crash Cost pekerja perhari = normal cost pekerja perhari + biaya lembur perhari
- g) Crash Cost = crash duration x crash pekerja perhari
- h) Cost Slope = $\frac{(Biaya\ crash - Biaya\ normal)}{(Waktu\ normal - Waktu\ crash)}$

BAB IV

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Sejarah Perusahaan

Pada tahun 1993, PT. Pamapersada Nusantara didirikan sebagai sebuah perusahaan yang bergerak dalam bisnis kontraktor penambangan batubara yang kemudian dipercaya juga untuk mengerjakan tambang emas, quarry, limestone, clinker, konstruksi bendungan dan konstruksi jalan. Secara kepemilikan saham, PAMA 99,9% dimiliki oleh PT. United Tractors, Tbk dan sisanya dimiliki oleh PT. United Tractors Pandu Engineering.

PAMA memiliki kantor pusat di Jakarta, 2 support offices dan 17 job sites yang tersebar di wilayah Kalimantan, Sumatra dan 1 job site di Sumbawa. Dalam menjalankan operasinya, PAMA memiliki 3.556 unit produksi utama maupun unit support dari kapasitas kecil hingga kapasitas besar serta karyawan sebanyak 19.105 orang. Dalam upayanya untuk menjadi yang terbaik dan terdepan di Indonesia, PAMA juga memiliki beberapa fasilitas yang sangat penting seperti Coal stockpile dan Port Facilities di Paring Lahung dan Teluk Timbau, Kalimantan Tengah. Selain itu, PAMA juga memiliki fasilitas

Central of Equipment Recondition (ERKA) & Port Infrastructure di Balikpapan. Disinilah dilakukan remanufacturing dan rekondisi unit alat berat PAMA. PAMA juga memiliki Tyre Retread & Comex (Component Exchange) untuk Light & Heavy Dump Truck di Balikpapan.

Perusahaan selalu berusaha menjunjung tinggi etika bisnis dan praktik tata kelola perusahaan yang baik. Penggunaan teknologi modern serta dukungan SDM yang memadai dan expertise yang dimiliki perusahaan menjadi modal utama dan competitive advantage perusahaan di tengah persaingan industry.

Sepanjang pengabdianya selama 24 tahun, PAMA telah bekerja sama dengan 38 perusahaan terkemuka, memberikan pelayanan yang terbaik dan memuaskan. Hal ini terbukti dari hasil pengukuran kepuasan pelanggan, di mana PAMA selalu dinilai lebih baik dari pesaing-pesaingnya.

2. Visi dan Misi Perusahaan

Adapun visi dan misi PT. Pamapersada Nusantara yaitu:

a. Visi dari PT. Pamapersada Nusantara

- 1) Untuk menjadi kontraktor penambangan terkemuka dunia dengan (produktivitas, teknik, keselamatan, dan lingkungan terbaik saat ini).

- 2) Untuk menjadi pemain batubara 8 teratas di Indonesia dan pedagang batubara global.
- 3) Menjadi perusahaan jasa penambangan terintegrasi tersebar di Indonesia.
- 4) Untuk menjadi produsen energy yang andal, hijau, dan paling efisien.

b. Misi dari PT. Pamapersada Nusantara

- 1) Mengoptimalkan layanan tingkat dunia manfaat terbaik untuk klien dalam bisnis pertambangan dan untuk menyediakan energy dengan keunggulan operasional dan layanan yang dapat diandalkan untuk mendukung kemakmuran nasional.
- 2) Menciptakan peluang bagi karyawan untuk mengembangkan kompetensi mereka dalam mencapai tujuan mereka.
- 3) Terus berupaya untuk menguasai teknologi dan kemampuan teknik dengan perspektif lingkungan dan keselamatan manusia untuk pembangunan bangsa dan Negara.
- 4) Memberikan pengembalian terbaik kepada pemegang saham.

3. Struktur Organisasi

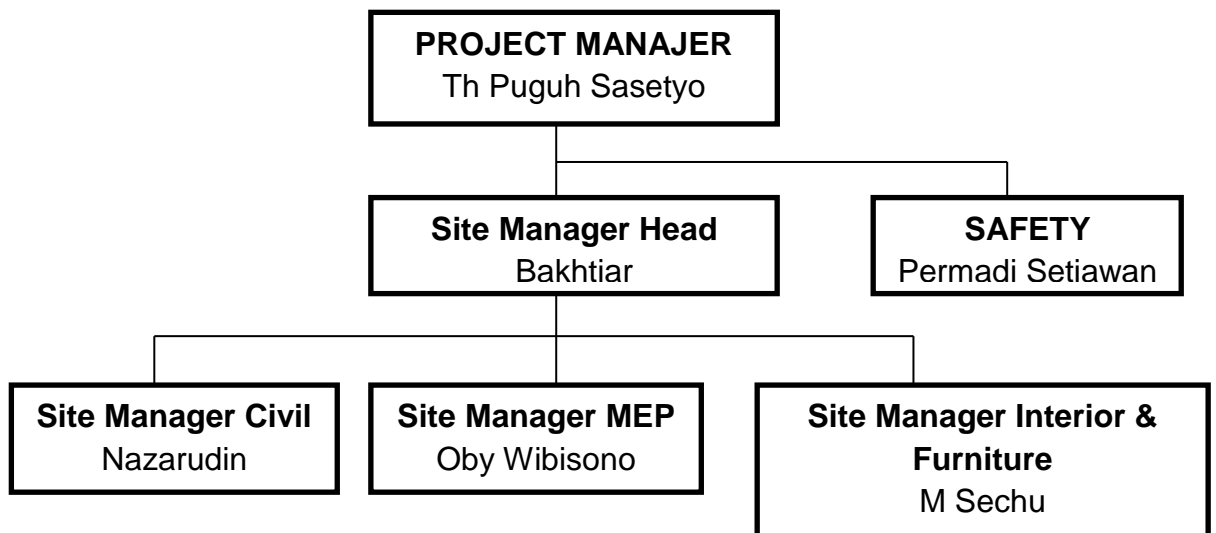
Pada suatu perusahaan, struktur organisasi mempunyai peranan penting dalam menjelaskan hubungan antara bagian yang satu dengan yang lainnya agar tercipta pembagian tugas yang sesuai fungsi dan terkendali. Adapun struktur organisasi dalam PT. Pamapersada Nusantara dapat dilihat dalam gambar. 4.1.

Gambar 4.1

Struktur Organisasi

Proyek Pembangunan Gedung PAMA 3

PT. Pamapersada Nusantara – JIEP – PULO GADUNG, JAKARTA



Sumber : PT. Pamapersada Nusantara

Gambar 16 : Struktur Organisasi

4. Data-Data Penelitian

Pengumpulan data yang dikumpulkan oleh penulis dari PT.

Pamapersada Nusantara sebagai berikut:

- a. Daftar aktivitas utama proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan kegiatan pendahulu, waktu dan biaya proyek.

Tabel 4.1

**Daftar Aktivitas Utama Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3
Jakarta Dengan Kegiatan Pendahulu, Waktu dan Biaya Proyek**

No	Aktivitas Utama	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
1	Persiapan	A	-	208	1,207,470,000
	Office & Park Motor (Struktur & Arsitektur)				
2	Pekerjaan struktur beton	B	-	49	3,606,673,635
3	Pekerjaan struktur baja	C	A,B	49	5,401,754,430
4	Pekerjaan dinding	D	C	35	2,774,817,733
5	Pekerjaan pintu & jendela	E	D	21	166,383,000
6	Sanitary + saluran	F	E	21	423,064,519
7	Pekerjaan tambah	G	F	119	5,574,895,186
	Pump House & GWT				
8	Struktur GWT	H	G	42	55,200,000
9	Pump House	I	H	7	33,878,520
10	Pekerjaan struktur beton	J	I	28	470,245,403
11	Pekerjaan dinding	K	J	14	27,823,435
12	Pekerjaan tambah	L	K	14	409,536,377
	Pekerjaan Parking Area & Road				
13	Paving & jalan beton	M	L	28	2,238,519,278
14	Pekerjaan tambah	N	M	48	994,112,593
15	Pekerjaan MEP	O	N	180	12,650,000,000
16	Pekerjaan Interior & Furr	P	N,O	30	1,868,000,000
	Total			893	37,902,374,109

Sumber : PT. Pamapersada Nusantara

Tabel 5 : Daftar Aktivitas Utama Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta Dengan Kegiatan Pendahulu, Waktu dan Biaya Proyek

b. Aktivitas Utama, waktu optimis, waktu realistis dan waktu pesimis pada proses pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta.

Tabel 4.2

Daftar Aktivitas Utama, Waku Optimis, Waktu Realistis dan Waktu Pesimis Proyek Pembangunan Gedung PAMA 3 Jakarta

No	Aktivitas Utama	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Durasi		
				a	m	b
1	Persiapan	A	-	208	208	300
	Office & Park Motor (Struktur & Arsitektur)					
2	Pekerjaan struktur beton	B	-	45	49	53
3	Pekerjaan struktur baja	C	A,B	45	49	53
4	Pekerjaan dinding	D	C	30	35	39
5	Pekerjaan pintu & jendela	E	D	17	21	23
6	Sanitary + saluran	F	E	17	21	23
7	Pekerjaan tambah	G	F	115	119	122
	Pump House & GWT					
8	Struktur GWT	H	G	38	42	46
9	Pump House	I	H	4	7	9
10	Pekerjaan struktur beton	J	I	24	28	32
11	Pekerjaan dinding	K	J	7	14	17
12	Pekerjaan tambah	L	K	7	14	17
	Pekerjaan Parking Area & Road					
13	Paving & jalan beton	M	L	26	28	30
14	Pekerjaan tambah	N	M	46	48	51
15	Pekerjaan MEP	O	N	180	180	182
16	Pekerjaan Interior & Furniture	P	N,O	30	30	32

Sumber : PT. Pamapersada Nusantara

Tabel 6 : Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis dan Waktu Pesimis Proyek Pembangunan Gedung PAMA 3 Jakarta

c. Daftar biaya tenaga kerja proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta.

Tabel 4.3

Daftar Biaya Tenaga Kerja

Jenis Pekerja	Upah Kerja/Hari/8jam
Mandor	Rp. 180.000
Tukang	Rp. 120.000
Pekerja	Rp. 200.000

Sumber : PT. Pamapersada Nusantara

Tabel 7 : Daftar Biaya Tenaga Kerja

B. Pembahasan

1. Perhitungan Waktu Penjadwalan Dengan Metode PERT untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta.

Setelah didapat data-data penelitian yang dilakukan, dapat ditentukan perhitungan waktu yang diharapkan, standar deviasi, dan variansi kegiatan dengan menggunakan waktu optimis, waktu realistis, waktu pesimis pada metode PERT, yaitu sebagai berikut :

Rumus :

Waktu yang diharapkan :

$$te = \frac{a + 4(m) + b}{6}$$

Deviasi standar kegiatan :

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

Variansi kegiatan :

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

Dan kemungkinan percepatan target :

$$Z = \frac{T(d) - TE}{S}$$

Maka dapat dilihat nilai waktu yang diharapkan, standar deviasi dan variansi kegiatan untuk masing-masing kegiatan pada tabel dibawah ini :

Tabel 4.4

Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis, Waktu Pesimis, Standar Deviasi dan Variansi Kegiatan

No	Aktivitas Utama	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Durasi			te	S	V (te)
				a	m	b			
1	Persiapan	A	-	208	208	300	208	15,33	235,11
	Office & Park Motor (Struktur & Arsitektur)								
2	Pekerjaan struktur beton	B	-	45	49	53	49	1,33	1,78
3	Pekerjaan struktur baja	C	A,B	45	49	53	49	1,33	1,78
4	Pekerjaan dinding	D	C	30	35	39	34,83	1,5	2,25
5	Pekerjaan pintu & jendela	E	D	17	21	23	20,67	1	1
6	Sanitary + saluran	F	E	17	21	23	20,67	1	1
7	an tambah	G	F	115	119	122	118,83	1,17	1,36
	Pump House & GWT								
8	Struktur GWT	H	G	38	42	46	42	1,33	1,78
9	Pump House	I	H	4	7	9	6,83	0,83	0,69
10	Pekerjaan struktur beton	J	I	24	28	32	28	1,33	1,78
11	Pekerjaan dinding	K	J	7	14	17	13,33	1,67	2,78
12	Pekerjaan tambah	L	K	7	14	17	13,33	1,67	2,78
	Pekerjaan Parking Area & Road								
13	Paving & jalan beton	M	L	26	28	30	28	0,67	0,44
14	Pekerjaan tambah	N	M	46	48	51	48,17	0,83	0,69
15	Pekerjaan MEP	O	N	180	180	182	180,33	0,33	0,11
16	Pekerjaan Interior & Furniture	P	N,O	30	30	32	30,33	0,33	0,11

umber : PT. Pamapersada Nusantara

Tabel 8 : Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis, Waktu Pesimis, Standar Deviasi dan Variansi Kegiatan

Dengan menggunakan nilai te akan dibuatlah sebuah diagram jaringan kerja proyek. Dimana prinsip pembuatan jaringan kerja ini sama seperti metode CPM.

a. Penentuan Jalur Kritis

Jalur kritis adalah waktu terpanjang melalui jaringan.

Di dalam jalur kritis terdapat kegiatan/aktivitas kritis yaitu

kegiatan dengan slack = 0. Untuk mengetahui kegiatan kritis yaitu dengan menghitung dua waktu awal dan dua waktu akhir untuk tiap kegiatan.

Proses *two-pass* yang terdiri dari perhitungan maju (*forward pass*) dan perhitungan mundur (*backward pass*) untuk menentukan jadwal waktu untuk setiap aktivitas (Heizer & Render, 2009). ES dan EF ditentukan selama *Forward Pass*, LS dan LF ditentukan selama *Backward Pass*.

1) Cara Perhitungan Maju (*Forward Pass*)

Rumus :

$$TE = ES = 0$$

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

$$EF = ES + t$$

Berikut ini merupakan perhitungan maju dalam penyelesaian pembangunan Gedung PAMA Tower 3

Jakarta :

EF (0) karena EF (0) merupakan initial event, maka

$$TE (0) = 0$$

$$EF (A) = ES(A) + t(A)$$

$$= 208 + 0$$

$$= 208 \text{ maka EF (A) adalah 208}$$

$$EF (B) = ES (B) + t (B)$$

$$= 208 + 49$$

= 257 maka EF (B) adalah 257

$$EF (C) = ES (C) + t (C)$$

$$= 257 + 49$$

$$= 306$$

$$EF (D) = ES (D) + t (D)$$

$$= 306 + 34,83$$

$$= 340,83$$

$$EF (E) = ES (E) + t (E)$$

$$= 340,83 + 20,67$$

$$= 361,5$$

$$EF (F) = ES (F) + t (F)$$

$$= 361,5 + 20,67$$

$$= 382,17$$

$$EF (G) = ES (G) + t (G)$$

$$= 382,17 + 118,83$$

$$= 501$$

$$EF (H) = ES (H) + t (H)$$

$$= 501 + 42$$

$$= 543$$

$$EF (I) = ES (I) + t (I)$$

$$= 543 + 6,83$$

$$= 549,83$$

$$EF (J) = ES (J) + t (J)$$

$$= 549,83 + 28$$

$$= 577,83$$

$$EF (K) = ES (K) + t (K)$$

$$= 577,83 + 13,33$$

$$= 591,16$$

$$EF (L) = ES (L) + t (L)$$

$$= 591,16 + 13,33$$

$$= 604,49$$

$$EF (M) = ES (M) + t (M)$$

$$= 604,49 + 28$$

$$= 632,49$$

$$EF (N) = ES (N) + t (N)$$

$$= 632,49 + 48,17$$

$$= 680,66$$

$$EF (O) = ES (O) + t (O)$$

$$= 680,66 + 180,33$$

$$= 680,99$$

$$EF (P) = ES (P) + t (P)$$

$$= 680,99 + 30,33$$

$$= 711,32$$

2) Cara Perhitungan Mundur (Backward Pass)

Rumus :

$$TL = LF$$

$$LS = LF - t$$

LF = Min (LS dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya)

Berikut ini merupakan perhitungan mundur dalam penyelesaian pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta:

a) LF (P) = 711,32 karena LF (P) 711,32 merupakan terminal event, maka TL (P) = 711,32

$$\begin{aligned} \text{Maka LS (P)} &= \text{LF (P)} - t \text{ (P)} \\ &= 711,32 - 680,99 \\ &= 30,33 \end{aligned}$$

b) LS (O) = LF (O) - t (O)
= 680,99 - 680,66
= 0,33 maka LS (O) adalah 0,33

c) LS (N) = LF (N) - t (N)
= 680,66 - 632,49
= 48,17 maka LS (N) adalah 48,17

d) LS (M) = LF (M) - t (M)
= 632,49 - 604,49
= 28

e) LS (L) = LF (L) - t (L)
= 604,49 - 591,16
= 13,33

f) LS (K) = LF (K) - t (K)
= 591,16 - 577,83

$$= 13,33$$

$$g) \quad LS (J) = LF (J) - t (J)$$

$$= 577,83 - 549,83$$

$$= 28$$

$$h) \quad LS (I) = LF (I) - t (I)$$

$$= 549,83 - 543$$

$$= 6,83$$

$$i) \quad LS (H) = LF (H) - t (H)$$

$$= 543 - 501$$

$$= 42$$

$$j) \quad LS (G) = LF (G) - t (G)$$

$$= 501 - 382,17$$

$$= 118,83$$

$$k) \quad LS (F) = LF (F) - t (F)$$

$$= 382,17 - 361,5$$

$$= 20,67$$

$$l) \quad LS (E) = LF (E) - t (E)$$

$$= 361,5 - 340,83$$

$$= 20,67$$

$$m) \quad LS (D) = LF (D) - t (D)$$

$$= 340,83 - 34,83$$

$$= 306$$

$$n) \quad LS (C) = LF (C) - t (C)$$

$$= 306 - 49$$

$$= 257$$

$$o) \quad LS (B) = LF (B) - t (B)$$

$$= 257 - 49$$

$$= 208$$

$$p) \quad LS (A) = LF (A) - t (A)$$

$$= 208 - 208$$

$$= 0$$

3) Perhitungan Kelonggaran Waktu (Float/Slack)

Perhitungan total float dan free float berdasarkan data penentuan jalur kritis, yaitu:

Total float, Rumus : $S = LS - ES$

Free float, Rumus : $SF = EF - ES - t$

$$\text{Aktivitas A: } S = 0 - 0 = 0$$

$$SF = 208 - 0 - 208 = 0$$

$$\text{Aktivitas B: } S = 208 - 208 = 0$$

$$SF = 257 - 208 - 49 = 0$$

$$\text{Aktivitas C: } S = 257 - 257 = 0$$

$$SF = 306 - 257 - 49 = 0$$

$$\text{Aktivitas D: } S = 306 - 306 = 0$$

$$SF = 340,83 - 306 - 34,83 = 0$$

$$\text{Aktivitas E: } S = 20,67 - 20,67 = 0$$

$$SF = 361,5 - 20,67 - 340,83 = 0$$

$$\text{Aktivitas F: } S = 20,67 - 20,67 = 0$$

$$SF = 382,17 - 20,67 - 361,5 = 0$$

$$\text{Aktivitas G: } S = 118,83 - 118,83 = 0$$

$$SF = 501 - 118,83 - 382,17 = 0$$

$$\text{Aktivitas H: } S = 42 - 42 = 0$$

$$SF = 543 - 42 - 501 = 0$$

$$\text{Aktivitas I: } S = 6,83 - 6,83 = 0$$

$$SF = 549,83 - 6,83 - 543 = 0$$

$$\text{Aktivitas J: } S = 28 - 28 = 0$$

$$SF = 577,83 - 28 - 549,83 = 0$$

$$\text{Aktivitas K: } S = 13,33 - 13,33 = 0$$

$$SF = 591,16 - 13,33 - 577,83 = 0$$

$$\text{Aktivitas L: } S = 13,33 - 13,33 = 0$$

$$SF = 604,49 - 13,33 - 591,16 = 0$$

$$\text{Aktivitas M: } S = 28 - 28 = 0$$

$$SF = 632,49 - 28 - 604,49 = 0$$

$$\text{Aktivitas N: } S = 48,17 - 48,17 = 0$$

$$SF = 680,66 - 48,17 - 632,49 = 0$$

$$\text{Aktivitas O: } S = 180,33 - 0,33 = 180$$

$$SF = 680,99 - 180,33 - 680,66 = -180$$

$$\text{Aktivitas P: } S = 30,33 - 30,33 = 0$$

$$SF = 711,32 - 30,33 - 680,99 = 0$$

Tabel 4.5

Daftar Kegiatan, Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Pada Metode PERT

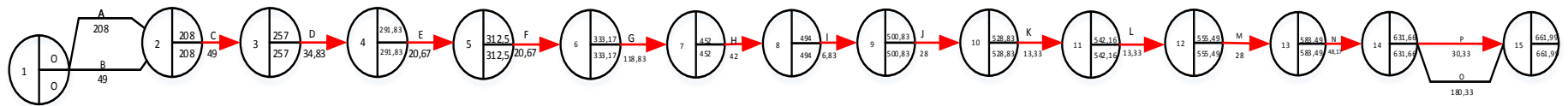
No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)			Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Total Float	Free Float
		a	m	b	ES	EF	LS	LF		
1	A	208	208	300	0	208	0	208	0	0
2	B	45	49	53	208	257	208	257	0	0
3	C	45	49	53	257	306	257	306	0	0
4	D	30	35	39	306	340,83	306	340,83	0	0
5	E	17	21	23	20,67	361,5	20,67	361,5	0	0
6	F	17	21	23	20,67	382,17	20,67	382,17	0	0
7	G	115	119	122	118,83	501	118,83	501	0	0
8	H	38	42	46	42	543	42	543	0	0
9	I	4	7	9	6,83	549,83	6,83	549,83	0	0
10	J	24	28	32	28	577,83	28	577,83	0	0
11	K	7	14	17	13,33	591,16	13,33	591,16	0	0
12	L	7	14	17	13,33	604,49	13,33	604,49	0	0
13	M	26	28	30	28	632,49	28	632,49	0	0
14	N	46	48	51	48,17	680,66	48,17	680,66	0	0
15	O	180	180	182	180,33	680,99	0,33	680,99	180	-180
16	P	30	30	32	30,33	711,32	30,33	711,32	0	0

Sumber : Data diolah oleh penulis

Tabel 9 : Daftar Kegiatan, Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Pada Metode PERT

Dari perhitungan total float diatas, maka dapat ditentukan lintasan kritis dimana lintasan kritis memiliki total float = 0. Maka dapat disimpulkan lintasan kritis terdapat pada kegiatan : A,B,C,D,E,F,G,H,I,J,K,L,M,N,P

Gambar 4.2
Bentuk Jaringan Kerja PERT



Gambar 17 : Bentuk Jaringan Kerja PERT

Selanjutnya, diperhitungkan waktu yang diharapkan dengan standar deviasi dan varian kegiatan pada jalur kritis adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6

Nilai Standar Deviasi dan Varians Kegiatan Pada Metode PERT

Kode Kegiatan	Te	S	V(te)
A	208	15,33	235,11
C	49	1,33	1,78
D	34,83	1,5	2,25
E	20,67	1	1
F	20,67	1	1
G	118,83	1,17	1,36
H	42	1,33	1,78
I	6,83	0,83	0,69
J	28	1,33	1,78
K	13,33	1,67	2,78
L	13,33	1,67	2,78
M	28	0,67	0,44
N	48,17	0,83	0,69
P	30,33	0,33	0,11
Waktu Yang Diharapkan Σ (te)	661,99		
Jumlah Varians Kegiatan Σv (te)			6,8
Jumlah Standar Deviasi		29,99	

Sumber : Data diolah oleh penulis

Tabel 10 : Nilai Standar Deviasi dan Varians Kegiatan Pada Metode PERT

Dari perhitungan waktu tersebut pada jalur kritis maka total waktu yang diharapkan yaitu 661,99. Jadi :

$$Z = \frac{893 - 661,99}{29,99} = 7,70$$

Merujuk pada Kurva Distribusi Normal, nilai Z atau peluang 7,70 berarti terdapat probabilitas 92,3% pencapaian target waktu penyelesaian proyek yang diharapkan yaitu 661,99 (dibulatkan menjadi 662 hari) dengan batas waktu 893 hari.

2. Perhitungan Waktu Penjadwalan Dengan Metode CPM untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta

Perhitungan pada CPM untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta menggunakan satu informasi waktu pekerjaan yang paling sering digunakan untuk menentukan jalur kritis, perhitungan maju dan mundur serta *free slack/float* maupun total float.

a. Penentuan Jalur Kritis

Jalur kritis adalah jalur waktu terpanjang melalui jaringan. Di dalam jalur kritis terdapat kegiatan/aktivitas kritis yaitu kegiatan dengan slack = 0. Untuk mengetahui kegiatan kritis yaitu dengan menghitung dua waktu awal dan dua waktu akhir untuk tiap kegiatan.

Melakukan analisis jalur kritis digunakan lintas dua arah (*two-pass*). Proses *two-pass* yaitu terdiri dari *forward pass* dan *backward pass* dapat digunakan untuk menentukan jadwal waktu tiap kegiatan. ES dan EF ditentukan selama *forward pass*, LS dan EF ditentukan selama *backward pass*.

1) Perhitungan Maju (Forward Pass)

Rumus :

$$TE = ES = 0$$

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

$$EF = ES + t$$

Berikut ini merupakan perhitungan maju dalam penyelesaian pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta.

a) $EF (0)$ karena $EF (0)$ merupakan *initial event*, maka
 $TE (0) = 0$

b) $EF (A) = ES (A) + t (A)$
 $= 0 + 208$
 $= 208$ maka $EF (A)$ adalah 208

a) $EF (B) = ES (B) + t (B)$
 $= 208 + 49$
 $= 257$

b) $EF (C) = ES (C) + t (C)$
 $= 257 + 49$
 $= 306$

c) $EF (D) = ES (D) + t (D)$
 $= 306 + 35$
 $= 341$

d) $EF (E) = ES (E) + t (E)$
 $= 341 + 21$
 $= 362$

e) $EF (F) = ES (F) + t (F)$
 $= 362 + 21$
 $= 383$

f) $EF (G) = ES (G) + t (G)$

$$= 383 + 119$$

$$= 502$$

$$g) \quad EF (H) = ES (H) + t (H)$$

$$= 502 + 42$$

$$= 544$$

$$h) \quad EF (I) = ES (I) + t (I)$$

$$= 544 + 7$$

$$= 551$$

$$i) \quad EF (J) = ES (J) + t (J)$$

$$= 551 + 28$$

$$= 579$$

$$j) \quad EF (K) = ES (K) + t (K)$$

$$= 579 + 14$$

$$= 593$$

$$k) \quad EF (L) = ES (L) + t (L)$$

$$= 593 + 14$$

$$= 607$$

$$l) \quad EF (M) = ES (M) + t (M)$$

$$= 607 + 28$$

$$= 635$$

$$m) \quad EF (N) = ES (N) + t (N)$$

$$= 635 + 48$$

$$= 683$$

$$n) \quad EF (O) = ES (O) + t (O)$$

$$= 683 + 180$$

$$= 863$$

$$o) \quad EF (P) = ES (P) + t (P)$$

$$= 863 + 30$$

$$= 893$$

Hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel 4.7 dan gambar 4.3

Tabel 4.7

Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan Perhitungan Maju Pada Metode CPM.

No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Awal (Earliest)	
			Mulai ES	Selesai EF
1	A	208	0	208
2	B	49	208	257
3	C	49	257	306
4	D	35	306	341
5	E	21	341	362
6	F	21	362	383
7	G	119	383	502
8	H	42	502	544
9	I	7	544	551
10	J	28	551	579
11	K	14	579	593
12	L	14	593	607
13	M	28	607	635
14	N	48	635	683
15	O	180	683	863
16	P	30	863	893

Sumber : Data diolah oleh penulis

Tabel 11 : Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan Perhitungan Maju Pada Metode CPM

2) Perhitungan Mundur (Backward Pass)

Rumus :

$$TL = LF$$

$$LS = LF - t$$

LF = Min (LS dari seluruh kegiatan yang langsung mengikutinya)

Berikut ini merupakan perhitungan mundur dalam penyelesaian Gedung PAMA Tower 3 Jakarta:

p) $LF (P) = 893$, karena $LF (P)$ merupakan terminal event, maka $TL (P) = 893$

$$\text{Maka } LS (P) = LF (P) - t (P)$$

$$= 893 - 30$$

$$= 863$$

$$\text{a) } LS (O) = LF (O) - t (O)$$

$$= 863 - 180$$

$$= 683$$

$$\text{b) } LS (N) = LF (N) - t (N)$$

$$= 683 - 48$$

$$= 635$$

$$\text{c) } LS (M) = LF (M) - t (M)$$

$$= 635 - 28$$

$$= 607$$

$$d) \quad LS(L) = LF(L) - t(L)$$

$$= 607 - 14$$

$$= 593$$

$$e) \quad LS(K) = LF(K) - t(K)$$

$$= 593 - 14$$

$$= 579$$

$$f) \quad LS(J) = LF(J) - t(J)$$

$$= 579 - 28$$

$$= 551$$

$$g) \quad LS(I) = LF(I) - t(I)$$

$$= 551 - 7$$

$$= 544$$

$$h) \quad LS(H) = LF(H) - t(H)$$

$$= 544 - 42$$

$$= 502$$

$$i) \quad LS(G) = LF(G) - t(G)$$

$$= 502 - 119$$

$$= 383$$

$$j) \quad LS(F) = LF(F) - t(F)$$

$$= 383 - 21$$

$$= 362$$

$$k) \quad LS(E) = LF(E) - t(E)$$

$$= 362 - 21$$

$$= 341$$

$$l) \quad LS (D) = LF (D) - t (D)$$

$$= 341 - 35$$

$$= 306$$

$$m) \quad LS (C) = LF (C) - t (C)$$

$$= 306 - 49$$

$$= 257$$

$$n) \quad LS (B) = LF (B) - t (B)$$

$$= 257 - 49$$

$$= 208$$

$$o) \quad LS (A) = LF (A) - t (A)$$

$$= 208 - 208$$

$$= 0, \text{ maka } LS (A) \text{ adalah } 0$$

Hasil perhitungan diatas dapat dilihat pada tabel 4.8

dan gambar 4.3

Tabel 4.8

Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan
Perhitungan Mundur Pada Metode CPM

No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Awal (Earliest)	
			Mulai (LS)	Selesai (LF)
1	A	208	0	208
2	B	49	208	257
3	C	49	257	306
4	D	35	306	341
5	E	21	341	362
6	F	21	362	383
7	G	119	383	502
8	H	42	502	544
9	I	7	544	551
10	J	28	551	579
11	K	14	579	593
12	L	14	593	607
13	M	28	607	635
14	N	48	635	683
15	O	180	683	863
16	P	30	863	893

Sumber: Data diolah oleh penulis

Tabel 12 : Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan Perhitungan Mundur Pada Metode CPM

3) Perhitungan Kelonggaran Waktu (*Float/Slack*)

Perhitungan *total float* dan *free float* berdasarkan data penentuan jalur kritis yaitu:

Total Float, Rumus: $S = LS - ES$

Free Float, Rumus: $SF = EF - ES_t$

Aktivitas A: $S = 0 - 0 = 0$

$SF = 208 - 0 - 208 = 0$

Aktivitas B: $S = 208 - 208 = 0$

$$SF = 257 - 208 - 49 = 0$$

$$\text{Aktivitas C: } S = 257 - 257 = 0$$

$$SF = 306 - 257 - 49 = 0$$

$$\text{Aktivitas D: } S = 306 - 306$$

$$SF = 341 - 306 - 35 = 0$$

$$\text{Aktivitas E: } S = 341 - 341 = 0$$

$$SF = 362 - 341 - 21 = 0$$

$$\text{Aktivitas F: } S = 362 - 362 = 0$$

$$SF = 383 - 362 - 21 = 0$$

$$\text{Aktivitas G: } S = 383 - 383 = 0$$

$$SF = 502 - 383 - 119 = 0$$

$$\text{Aktivitas H: } S = 502 - 502$$

$$SF = 544 - 502 - 42 = 0$$

$$\text{Aktivitas I: } S = 544 - 544 = 0$$

$$SF = 551 - 544 - 7 = 0$$

$$\text{Aktivitas J: } S = 551 - 551 = 0$$

$$SF = 579 - 551 - 28 = 0$$

$$\text{Aktivitas K: } S = 579 - 579 = 0$$

$$SF = 593 - 579 - 14 = 0$$

$$\text{Aktivitas L: } S = 593 - 593 = 0$$

$$SF = 607 - 593 - 14 = 0$$

$$\text{Aktivitas M: } S = 607 - 607 = 0$$

$$SF = 635 - 607 - 28 = 0$$

$$\text{Aktivitas N: } S = 635 - 635 = 0$$

$$SF = 683 - 635 - 48 = 0$$

$$\text{Aktivitas O: } S = 683 - 683 = 0$$

$$SF = 863 - 683 - 180 = 0$$

$$\text{Aktivitas P: } S = 863 - 863 = 0$$

$$SF = 893 - 863 - 30 = 0$$

Tabel 4.9

Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float

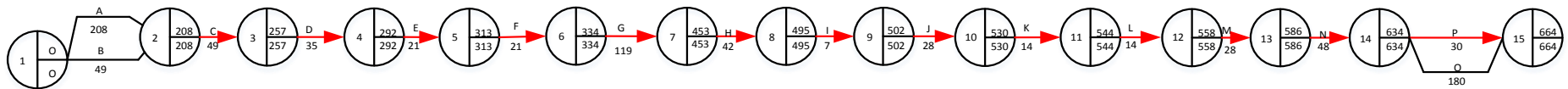
Metode CPM.

No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari) m	Perhitungan Awal (Earliest)		Perhitungan Akhir (Latest)		Total Float	Free Float
			Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)		
1	A	208	0	208	0	208	0	0
2	B	49	208	257	208	257	0	0
3	C	49	257	306	257	306	0	0
4	D	35	306	341	306	341	0	0
5	E	21	341	362	341	362	0	0
6	F	21	362	383	362	383	0	0
7	G	119	383	502	383	502	0	0
8	H	42	502	544	502	544	0	0
9	I	7	544	551	544	551	0	0
10	J	28	551	579	551	579	0	0
11	K	14	579	593	579	593	0	0
12	L	14	593	607	593	607	0	0
13	M	28	607	635	607	635	0	0
14	N	48	635	683	635	683	0	0
15	O	180	683	863	683	863	0	0
16	P	30	863	893	863	893	0	0

Sumber : Data diolah oleh penulis

Tabel 13 : Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Metode CPM

Gambar 4.3
Bentuk Jaringanerja CPM



Gambar 18 : Bentuk Jaringan CPM

b. Percepatan Pelaksanaan Pekerjaan (Crashing Program)

Kurun waktu penyelesaian proyek pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta secara keseluruhan dengan menggunakan metode CPM adalah 664 hari.

Diasumsikan untuk menyelesaikan proyek pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta dilakukan percepatan proyek atau crashing project pada aktivitas-aktivitas pada jalur kritis yang dianggap dapat dipercepat sehingga waktu pelaksanaan proyek dapat diselesaikan lebih awal. Dalam penelitian ini percepatan durasi proyek menggunakan alternatif 3 jam kerja lembur diketahui data normal dan data crash untuk waktu serta biaya adalah sebagai berikut:

1) Daftar Biaya Tenaga Kerja

Tabel 4.11

Daftar Biaya Tenaga Kerja

Jenis Pekerja	Biaya Kerja/Hari/8 Jam	Biaya Kerja/Jam
Mandor	Rp. 180.000	Rp. 22.500
Tukang	Rp. 120.000	Rp. 15.000
Pekerja	Rp. 200.000	Rp. 25.000

Tabel 14 : Daftar Biaya Tenaga Kerja

2) Biaya Lembur Tenaga Kerja Selama 3 Jam

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 pasal 11 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur, dirumuskan sebagai berikut:

Biaya lembur per hari = (jam kerja lembur pertama x 1,5 x upah satu jam normal) + (jam kerja lembur berikutnya x 2 upah satu jam normal).

$$\begin{aligned} \text{a) Mandor} &= (1 \times 1,5 \times 22.500) + (2 \times 2 \times 22.500) \\ &= 33.750 + 90.000 = \text{Rp. } 123.750 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b) Tukang} &= (1 \times 1,5 \times 15.000) + (2 \times 2 \times 15.000) \\ &= 22.500 + 60.000 = \text{Rp. } 82.500 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c) Pekerja} &= (1 \times 1,5 \times 25.000) + (2 \times 2 \times 25.000) \\ &= 37.500 + 100.000 = \text{Rp. } 137.500 \end{aligned}$$

Tabel 4.12

Daftar Biaya Lembur Kerja Selama 3 Jam

Jenis Pekerja	Biaya Kerja/Hari/ 8 Jam	Biaya Kerja/Jam
Mandor	Rp. 180.000	Rp. 123.750
Tukang	Rp. 120.000	Rp. 82.500
Pekerja	Rp. 200.000	Rp. 137.500

Tabel 15 : Daftar Biaya Lembur Kerja Selama 3 Jam

1) Percepatan Pada Aktivitas C

a) Produktivitas Harian

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{Volume}}{\textit{durasi normal}} \\ &= \frac{73,78}{49} = 1,50 \end{aligned}$$

b) Produktivitas Tiap Jam

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{Produktivitas Harian}}{8 \textit{ jam}} \\ &= \frac{1,50}{8} = 0,18 \end{aligned}$$

c) Produktivitas Setelah Crash

$$\begin{aligned} &= (8 \textit{ jam} \times \textit{produktivitas tiap jam} \\ &\quad + (a \times b \times \textit{produktivitas tiap jam})) \\ &= (8 \times 0,18) + (3 \times 0,7 \times 0,18) \\ &= 1,44 + 0,37 \\ &= 1,818/\textit{hari} \end{aligned}$$

d) Crash Duration

$$\begin{aligned} &= \frac{\textit{volume}}{\textit{produktivitas harian setelah crash}} \\ &= \frac{73,78}{1,818} = 40,58 = 40 \textit{ hari} \\ &= 49 - 40 = 9 \textit{ hari} \end{aligned}$$

e) Biaya Lembur Pekerja

Diasumsikan pada pekerjaan aktivitas C jumlah pekerja yang lembur adalah sebagai berikut:

I. Mandor = 1 x Rp. 123.750 = Rp. 123.750

II. Tukang = 2 x Rp. 82.500 = Rp. 165.000

III. Pekerja = 3 x Rp. 137.500 = Rp. 412.500

Total biaya lembur pada aktivitas C adalah Rp. 701.250

f) Crash Cost Pekerja Perhari

= normal cost pekerja perhari + biaya lembur perhari

I. Mandor = (1 x 180.000) + 123.750 = Rp. 303.750

II. Tukang = (2 x 120.000) + 165.000 = Rp. 405.000

III. Pekerja = (3 x 200.000) + 412.500 = Rp. 1.012.500

Total crash cost pekerja perhari pada aktivitas C adalah

Rp. 1.721.250

g) Crash Cost

= crash duration x crash cost pekerja perhari

$$= 9 \times 1.721.250 = \text{Rp. } 15.491.250$$

Dengan asumsi percepatan pada aktivitas C terjadi maksimal percepatan waktu 9 hari dari waktu normal dengan tambahan biaya proyek sebesar Rp. 15.491,250,-

2) Percepatan Pada Aktivitas D

a) Produktivitas Harian

$$= \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}}$$

$$= \frac{450}{35} = 12,85$$

b) Produktivitas Tiap Jam

$$= \frac{\textit{produktivitas harian}}{8 \textit{ jam}}$$

$$= \frac{12,85}{8} = 1,60$$

c) Produktivitas Harian Setelah Crash

$$= (8 \textit{ jam} \times \textit{produktivitas tiap jam} \\ + (a \times b \times \textit{produktivitas tiap jam}))$$

$$= (8 \times 1,60) + (3 \times 0,7 \times 1,60)$$

$$= 12,8 + 3,36$$

$$= 16,16/\textit{hari}$$

d) Crash Duration

$$= \frac{\textit{volume}}{\textit{produktivitas harian setelah cras}}$$

$$= \frac{450}{16,16} = 27,84 = 27 \textit{ hari}$$

$$= 35 - 27 = 8 \textit{ hari}$$

e) Biaya Lembur Pekerja

Diasumsikan pada pekerjaan aktivitas D jumlah pekerja yang lembur adalah sebagai berikut:

I. Mandor = 1 x Rp. 123.750 = Rp. 123.750

II. Tukang = 3 x Rp. 82.500 = Rp. 247.500

III. Pekerja = 3 x Rp. 137.500 = Rp. 412.500

Total biaya lembur pada aktivitas D adalah Rp. 783.750

f) Crash Cost Pekerjaan Perhari

= normal cost pekerja perhari + biaya lembur perhari

I. Mandor = $(1 \times 180.000) + 123.750 = \text{Rp. } 303.750$

II. Tukang = $(3 \times 120.000) + 247.500 = \text{Rp. } 607.500$

III. Pekerja = $(3 \times 200.000) + 412.500 = \text{Rp. } 1.012.500$

Total crash cost pekerjaan perhari pada aktivitas D adalah

Rp. 1.923.750

g) Crash Cost

= crash duration x crash cost pekerja perhari

= $8 \times 1.923.750 = \text{Rp. } 15.390.000$

Dengan asumsi percepatan pada aktivitas D terjadi maksimal percepatan waktu 8 hari dari waktu normal dengan tambahan biaya proyek sebesar Rp. 15.390.000,-

3) Percepatan Pada Aktivitas E

a) Produktivitas Harian

$$= \frac{\textit{volume}}{\textit{durasi normal}}$$

$$= \frac{405}{21} = 19,28$$

b) Produktivitas Tiap Jam

$$= \frac{\textit{produktivitas harian}}{8 \textit{ jam}}$$

$$= \frac{19,28}{8} = 2,41$$

c) Produktivitas Harian Setelah crash

$$= (8 \text{ jam} \times \text{produktivitas tiap jam}) \\ + (a \times b \times \text{produktivitas tiap jam})$$

$$= (8 \times 2,41) + (3 \times 0,7 \times 2,41)$$

$$= 19,28 + 5,06$$

$$= 24,34 / \text{hari}$$

d) Crash Duration

$$= \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas harian setelah crash}}$$

$$= \frac{405}{24,34} = 16,63 = 17 \text{ hari}$$

$$= 21 - 17 = 4 \text{ hari}$$

e) Biaya Lembur Pekerja

Diasumsikan pada pekerjaan aktivitas E jumlah perkerja yang lembur adalah sebagai berikut:

I. Mandor = 1 x Rp. 123.750 = Rp. 123.750

II. Tukang = 3 x Rp. 82.500 = Rp. 247.500

III. Pekerja = 2 x Rp. 137.500 = Rp. 275.000

Total biaya lembur pada aktivitas E adalah Rp. 646.250

f) Crash Cost Pekerjaan Perhari

= normal cost pekerjaan perhari + biaya lembur perhari

I. Mandor = (1 x 180.000) + 123.750 = Rp. 303.750

II. Tukang = $(3 \times 120.000) + 247.500 = \text{Rp. } 607.000$

III. Pekerja = $(2 \times 200.000) + 275.000 = \text{Rp. } 675.000$

Total crash cost pekerjaan perhari pada aktivitas E adalah
Rp. 1.585.750

g) Crash Cost

= crash duration x crash cost pekerja perhari

= $4 \times 1.585.750 = \text{Rp. } 6.343.000$

Dengan asumsi percepatan pada aktivitas E terjadi maksimal percepatan waktu 4 hari dari waktu normal dengan tambahan biaya proyek sebesar Rp. 1.670.625,-

Tabel 4.14

**Data Normal dan Data Crash Untuk Proyek Pembangunan Gedung
PAMA Tower 3 Jakarta**

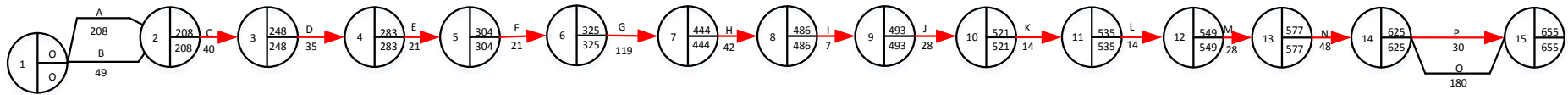
Kode Kegiatan	Durasi (Hari)		Biaya		
	Normal	Crash	Normal	Tambahan Biaya	Crash
A	208	208	1,207,470,000		1,207,470,000
B	49	49	3,606,673,635		3,606,673,635
C	49	40	5,401,754,430	15,491,250	5,417,245,680
D	35	27	2,774,817,733	15,390,000	2,790,207,733
E	21	17	166,383,000	6,343,000	172,726,000
F	21	21	423,064,519		423,064,519
G	119	119	5,574,895,186		5,574,895,186
H	42	42	55,200,000		55,200,000
I	7	7	33,878,520		33,878,520
J	28	28	470,245,403		470,245,403
K	14	14	27,823,435		27,823,435
L	14	14	409,536,377		409,536,377
M	28	28	2,238,519,278		2,238,519,278
N	48	48	994,112,593		994,112,593
O	180	180	12,650,000,000		12,650,000,000
P	30	30	1,868,000,000		1,868,000,000

sumber : Data diolah oleh penulis

Tabel 16 : Data Normal dan Data Crash Untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta

Gambar 4.4

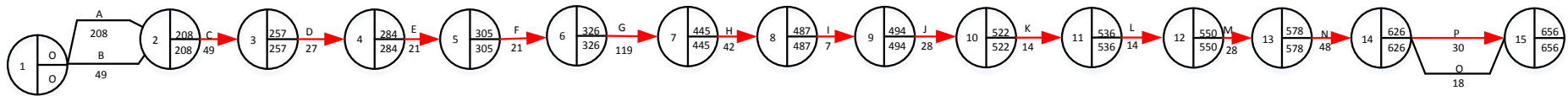
Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas C



Gambar 19 : Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas C

Gambar 4.5

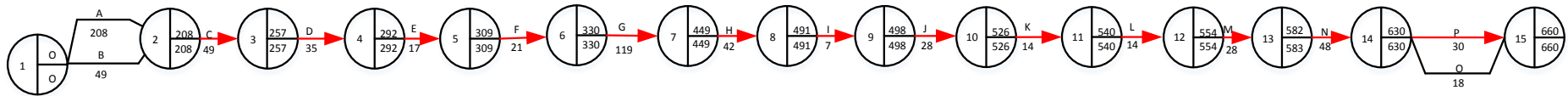
Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas D



Gambar 20 : Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas D

Gambar 4.6

Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas E



Gambar 21 : Bentuk Jaringan Kerja Yang Dipercepat Pada Aktivitas E

Setelah diketahui waktu diatas, dapat dihitung biaya crash perhari dengan uraian sebagai berikut:

$$\text{Cost Slope} = \frac{(\text{Biaya crash} - \text{Biaya normal})}{(\text{Waktu normal} - \text{Waktu crash})}$$

1) Aktivitas C

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Rp. 5.417.245.680} - \text{Rp. 5.401.754.430}}{49 - 40}$$

$$= \frac{\text{Rp. 15.491.250}}{9}$$

$$= \text{Rp. 1.721.250}$$

2) Aktivitas D

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Rp. 2.790.207.733} - \text{Rp. 2.774.817.733}}{35 - 27}$$

$$= \frac{\text{Rp. 15.390.000}}{8}$$

$$= \text{Rp. 1.923.750}$$

3) Aktivitas E

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Rp. 172.726.000} - \text{Rp. 166.383.000}}{21 - 17}$$

$$= \frac{\text{Rp. 6.343.000}}{4}$$

$$= \text{Rp. 1.585.750}$$

Dari hasil analisis dan perhitungan maka diperoleh nilai *cost slope* untuk masing-masing penambahan jam kerja seperti tabel dibawah ini:

Tabel 4.14

Cost Slope Penambahan Jam Kerja

Keterangan	Durasi (Hari)		Biaya (Rp.)		Cost Slope
	Normal	Crash	Normal	Crash	
Penambahan 3 Jam Kerja					
Aktivitas C	49	40	37,902,374,109	37,904,095,359	1,721,250
Aktivitas D	35	27	37,902,374,109	37,904,297,859	1,923,750
Aktivitas E	21	7	37,902,374,109	37,903,959,859	1,585,750

Tabel 17 : Cost Slope Penambahan Jam Kerja

Berdasarkan tabel 4.14 dapat dilihat terjadinya peningkatan biaya akibat pemendekan durasi pelaksanaan pekerjaan. Ditinjau dari segi waktu dan biaya, maka dapat disimpulkan bahwa durasi optimal proyek adalah 655 hari dengan percepatan durasi selama 9 hari dengan biaya total proyek Rp. 37.904.095.359,- pada alternatif penambahan 3 jam kerja lembur pada aktivitas C yaitu Pekerjaan Struktur Baja.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada proyek pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta oleh PT. Pamapersada Nusantara dapat disimpulkan:

1. Bentuk jaringan kerja atau network proyek pembangunan gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara normal dapat dilihat pada gambar 4.2 (hlm. 93). Sedangkan dengan cara dipercepat dapat dilihat pada gambar 4.4 (hlm. 115). Dengan lintasan kritis dimana aktivitas tersebut tidak dapat diundur yaitu, A, C, D, E, F, G, H, I, J, K, L, M, N, P selebihnya pada aktivitas O memiliki senggang waktu yang dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat penyelesaian proyek secara keseluruhan.
2. Hasil perhitungan paling lama waktu penjadwalan Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta oleh PT. Pamapersada Nusantara menggunakan metode Project Evaluation and Review Technique (PERT) yaitu pada jalur kritis didapat waktu yang diharapkan selama 661,99 hari (dibulatkan 662 hari) dan memungkinkan pencapaian target memiliki peluang 7,70 dapat dilihat pada nilai z (hlm. 94) dimana merujuk pada Kurva Distribusi Normal, nilai Z atau

peluang 7,70 berarti terdapat probabilitas 92,3% pencapaian target waktu penyelesaian proyek waktu selama 662 hari.

3. Dengan menggunakan analisis jaringan kerja metode *Critical Path Method (CPM)* dapat dilakukan upaya percepatan durasi proyek dengan mempercepat pekerjaan-pekerjaan yang ada di lintasan kritis. Perhitungan durasi optimal Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara dipercepat (*crash*) menghasilkan waktu penyelesaian selama 655 hari, dimana dilakukan penambahan 3 jam kerja (jam lembur) pada aktivitas C (Pekerjaan Struktur Baja) dapat dilihat pada gambar 4.4 (hlm. 115). Maka berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa percepatan durasi dari penambahan alternatif tersebut adalah 9 hari dari durasi normal.
4. Total biaya Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara normal yang dilakukan selama 662 hari adalah Rp. 37.902.374.109 sedangkan total biaya Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta dengan cara dipercepat (*crash*) sebesar Rp. 37.904.095.359,- dimana dilakukan penambahan 3 jam kerja (jam lembur) pada aktivitas C (Pekerjaan Struktur Baja) dapat dilihat pada tabel 4.14 (hlm. 119). Maka berdasarkan hasil analisis dapat diketahui bahwa percepatan durasi hari penambahan alternatif tersebut adalah 9 hari dari durasi normal, namun

menghasilkan total biaya yang lebih besar dari dari biaya normal.

B. Saran

Dari kesimpulan diatas, penulis dapat memberikan saran sebagai berikut:

1. Perusahaan ada baiknya mengganti metode perencanaan *Network Planning* dengan *Critical Path Method (CPM)* sebagai alat bantu untuk mengetahui kegiatan mana saja yang seharusnya diprioritaskan pekerjaannya sehingga apabila nantinya perusahaan mengerjakan proyek selanjutnya bila menemui keterlambatan dalam pelaksanaan dapat dicegah dengan melihat gambar jaringan kerja yang telah dibuat.
2. Dalam penulisan ini penulis hanya menggunakan biaya tenaga kerja sebagai acuan untuk percepatan durasi proyek, sehingga diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat menggunakan biaya keseluruhan, baik material maupun biaya lainnya.
3. Untuk mengantisipasi keterlambatan diperlukan simulasi kemungkinan aktivitas mana saja yang dianggap dapat dipercepat dengan menggunakan crashing program serta pemilihan aktivitas harus didasarkan pada penambahan biaya yang paling rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Daft, R. L. (2010). **Era Baru Manajemen** (Edisi Kesembilan). Jakarta: Salemba Empat.
- Dimiyati, H & Nurjaman, K. (2014). **Manajemen Proyek**. Bandung: Pustaka Setia.
- Dimiyati, Tjutu Tarlih dan Ahmad Dimiyati. (2006). **Operations Research**. Bandung: Sinar Baru Algensindo
- Gray, F. C. & Larson, W. E. (2006). **Manajemen Proyek Proses Manajerial**. Yogyakarta: Andi Offset.
- Haming, M & Nurjamanuddin, M. (2014). **Manajemen Produksi Modern, Operasi Manufaktur dan Jasa Buku 1**. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Heizer, J. & Barry R. (2009). **Manajemen Operasi Buku 1** (Edisi 9). Jakarta: Salemba Empat.
- Heizer, J. & Barry R. (2015). **Operations Management (Manajemen Operasi)** Edisi 11. Jakarta: Salemba Empat.
- Herjanto, E. (2008). **Manajemen Operasi** (Edisi Ketiga). Jakarta: Grasindo.
- Husen, A. (2009). **Manajemen Proyek**. Yogyakarta: Andi Offset.
- Laksana, A. W. dkk. (2014). **Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Analisa Crash Program**.

- Dipoprasetyo, I. (2016). **Analisis Network Planning Dengan Critical Path Method (CPM) Dalam Usaha Efisiensi Waktu Produksi Pakaian Batik Pada Batik Omahkoe Batik Di Samarinda.**
- Laksana, W.A. dkk. (2014). **Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Analisa Crash Program.**
- Adi, B.R.R. dkk. (2016). **Analisis Percepatan Proyek Metode Crash Program Studi Kasus: Proyek Pembangunan Gedung Mixed Use Sentraland.**
- Apriliani, N. (2018). **Analisis Network Planning Pada Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Pembangunan Masjid BPJS Kantor Cabang Cileungsi Oleh CV. Liras Perkasa.**
- Sabarina, Iqma. Syaiful. & Hayati, I.N. (2012). **Analisis Metode Network Planning Dan S-Curve Proyek Konstruksi Di Bogor.**
- Noor, J. (2011). **Metodologi Penelitian.** Jakarta: Prenada Media Group.
- Santosa, B. (2009). **Manajemen Proyek: Konsep & Implementasi.** Yogyakarta: Graha Ilmu.

Daftar Aktivitas Utama Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta

Dengan Kegiatan Pendahulu, Waktu dan Biaya Proyek

Lampiran 1 : Daftar Aktivitas Utama Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta Dengan Kegiatan Pendahulu, Waktu dan Biaya Proyek

No	Aktivitas Utama	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Durasi (Hari)	Biaya (Rp)
1	Persiapan	A	-	208	1,207,470,000
	Office & Park Motor (Struktur & Arsitektur)				
2	Pekerjaan struktur beton	B	-	49	3,606,673,635
3	Pekerjaan struktur baja	C	A,B	49	5,401,754,430
4	Pekerjaan dinding	D	C	35	2,774,817,733
5	Pekerjaan pintu & jendela	E	D	21	166,383,000
6	Sanitary + saluran	F	E	21	423,064,519
7	Pekerjaan tambah	G	F	119	5,574,895,186
	Pump House & GWT				
8	Struktur GWT	H	G	42	55,200,000
9	Pump House	I	H	7	33,878,520
10	Pekerjaan struktur beton	J	I	28	470,245,403
11	Pekerjaan dinding	K	J	14	27,823,435
12	Pekerjaan tambah	L	K	14	409,536,377
	Pekerjaan Parking Area & Road				
13	Paving & jalan beton	M	L	28	2,238,519,278
14	Pekerjaan tambah	N	M	48	994,112,593
15	Pekerjaan MEP	O	N	180	12,650,000,000
16	Pekerjaan Interior & Furr	P	N,O	30	1,868,000,000
	Total			893	37,902,374,109

**Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis dan Waktu Pesimis
Proyek Pembangunan Gedung PAMA 3 Jakarta**

Lampiran 2 : Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis dan Waktu Pesimis Proyek
Pembangunan Gedung PAMA 3 Jakarta

No	Aktivitas Utama	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Durasi		
				a	m	b
1	Persiapan	A	-	208	208	300
	Office & Park Motor (Struktur & Arsitektur)					
2	Pekerjaan struktur beton	B	-	45	49	53
3	Pekerjaan struktur baja	C	A,B	45	49	53
4	Pekerjaan dinding	D	C	30	35	39
5	Pekerjaan pintu & jendela	E	D	17	21	23
6	Sanitary + saluran	F	E	17	21	23
7	Pekerjaan tambah	G	F	115	119	122
	Pump House & GWT					
8	Struktur GWT	H	G	38	42	46
9	Pump House	I	H	4	7	9
10	Pekerjaan struktur beton	J	I	24	28	32
11	Pekerjaan dinding	K	J	7	14	17
12	Pekerjaan tambah	L	K	7	14	17
	Pekerjaan Parking Area & Road					
13	Paving & jalan beton	M	L	26	28	30
14	Pekerjaan tambah	N	M	46	48	51
15	Pekerjaan MEP	O	N	180	180	182
16	Pekerjaan Interior & Furniture	P	N,O	30	30	32

Daftar Biaya Tenaga Kerja

Lampiran 3 : Daftar Biaya Tenaga Kerja

Jenis Pekerja	Upah Kerja/Hari/8jam
Mandor	Rp. 180.000
Tukang	Rp. 120.000
Pekerja	Rp. 200.000

Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis, Waktu Pesimis, Standar Deviasi dan Variansi Kegiatan

Lampiran 4 : Daftar Aktivitas Utama, Waktu Optimis, Waktu Realistis, Waktu Pesimis, Standar Deviasi dan Variansi Kegiatan

No	Aktivitas Utama	Kode Kegiatan	Kegiatan Sebelumnya	Durasi			te	S	V (te)
				a	m	b			
1	Persiapan	A	-	208	208	300	208	15,33	235,11
	Office & Park Motor (Struktur & Arsitektur)								
2	Pekerjaan struktur beton	B	-	45	49	53	49	1,33	1,78
3	Pekerjaan struktur baja	C	A,B	45	49	53	49	1,33	1,78
4	Pekerjaan dinding	D	C	30	35	39	34,83	1,5	2,25
5	Pekerjaan pintu & jendela	E	D	17	21	23	20,67	1	1
6	Sanitary + saluran	F	E	17	21	23	20,67	1	1
7	Pekerjaan tambah	G	F	115	119	122	118,83	1,17	1,36
	Pump House & GWT								
8	Struktur GWT	H	G	38	42	46	42	1,33	1,78
9	Pump House	I	H	4	7	9	6,83	0,83	0,69
10	Pekerjaan struktur beton	J	I	24	28	32	28	1,33	1,78
11	Pekerjaan dinding	K	J	7	14	17	13,33	1,67	2,78
12	Pekerjaan tambah	L	K	7	14	17	13,33	1,67	2,78
	Pekerjaan Parking Area & Road								
13	Paving & jalan beton	M	L	26	28	30	28	0,67	0,44
14	Pekerjaan tambah	N	M	46	48	51	48,17	0,83	0,69
15	Pekerjaan MEP	O	N	180	180	182	180,33	0,33	0,11
16	Pekerjaan Interior & Furniture	P	N,O	30	30	32	30,33	0,33	0,11

Daftar Kegiatan, Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Pada Metode PERT

Lampiran 5 : Daftar Kegiatan, Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Pada Metode PERT

No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)			Perhitungan Maju		Perhitungan Mundur		Total Float	Free Float
		a	m	b	ES	EF	LS	LF		
1	A	208	208	300	0	208	0	208	0	0
2	B	45	49	53	208	257	208	257	0	0
3	C	45	49	53	257	306	257	306	0	0
4	D	30	35	39	306	340,83	306	340,83	0	0
5	E	17	21	23	20,67	361,5	20,67	361,5	0	0
6	F	17	21	23	20,67	382,17	20,67	382,17	0	0
7	G	115	119	122	118,83	501	118,83	501	0	0
8	H	38	42	46	42	543	42	543	0	0
9	I	4	7	9	6,83	549,83	6,83	549,83	0	0
10	J	24	28	32	28	577,83	28	577,83	0	0
11	K	7	14	17	13,33	591,16	13,33	591,16	0	0
12	L	7	14	17	13,33	604,49	13,33	604,49	0	0
13	M	26	28	30	28	632,49	28	632,49	0	0
14	N	46	48	51	48,17	680,66	48,17	680,66	0	0
15	O	180	180	182	180,33	680,99	0,33	680,99	180	-180
16	P	30	30	32	30,33	711,32	30,33	711,32	0	0

Nilai Standar Deviasi dan Varians Kegiatan Pada Metode

PERT

Lampiran 6 : Nilai Standar Deviasi dan Varians Kegiatan Pada Metode PERT

Kode Kegiatan	Te	S	V(te)
A	208	15,33	235,11
C	49	1,33	1,78
D	34,83	1,5	2,25
E	20,67	1	1
F	20,67	1	1
G	118,83	1,17	1,36
H	42	1,33	1,78
I	6,83	0,83	0,69
J	28	1,33	1,78
K	13,33	1,67	2,78
L	13,33	1,67	2,78
M	28	0,67	0,44
N	48,17	0,83	0,69
P	30,33	0,33	0,11
Waktu Yang Diharapkan Σ (te)	661.99		
Jumlah Varians Kegiatan Σv (te)			6.8
Jumlah Standar Deviasi		29.99	

**Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan Perhitungan
Maju Pada Metode CPM.**

Lampiran 7 : Daftar Waktu Mulai dan Waktu Selesai Kegiatan Proyek dengan Perhitungan Maju Pada Metode CPM

No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Awal (Earliest)	
			Mulai ES	Selesai EF
1	A	208	0	208
2	B	49	208	257
3	C	49	257	306
4	D	35	306	341
5	E	21	341	362
6	F	21	362	383
7	G	119	383	502
8	H	42	502	544
9	I	7	544	551
10	J	28	551	579
11	K	14	579	593
12	L	14	593	607
13	M	28	607	635
14	N	48	635	683
15	O	180	683	863
16	P	30	863	893

Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Metode

CPM.

Lampiran 8 : Perhitungan Maju, Perhitungan Mundur, Total Float dan Free Float Metode CPM

No	Kode Kegiatan	Durasi (Hari)	Perhitungan Awal (Earliest)		Perhitungan Akhir (Latest)		Total Float	Free Float
		m	Mulai (ES)	Selesai (EF)	Mulai (LS)	Selesai (LF)		
1	A	208	0	208	0	208	0	0
2	B	49	208	257	208	257	0	0
3	C	49	257	306	257	306	0	0
4	D	35	306	341	306	341	0	0
5	E	21	341	362	341	362	0	0
6	F	21	362	383	362	383	0	0
7	G	119	383	502	383	502	0	0
8	H	42	502	544	502	544	0	0
9	I	7	544	551	544	551	0	0
10	J	28	551	579	551	579	0	0
11	K	14	579	593	579	593	0	0
12	L	14	593	607	593	607	0	0
13	M	28	607	635	607	635	0	0
14	N	48	635	683	635	683	0	0
15	O	180	683	863	683	863	0	0
16	P	30	863	893	863	893	0	0

Daftar Biaya Tenaga Kerja

Lampiran 9 : Daftar Biaya Tenaga Kerja

Jenis Pekerja	Biaya Kerja/Hari/8 Jam	Biaya Kerja/Jam
Mandor	Rp. 180.000	Rp. 22.500
Tukang	Rp. 120.000	Rp. 15.000
Pekerja	Rp. 200.000	Rp. 25.000

Daftar Biaya Lembur Kerja Selama 3 Jam

Lampiran 10 : Daftar Biaya Lembur Kerja Selama 3 Jam

Jenis Pekerja	Biaya Kerja/Hari/ 8 Jam	Biaya Kerja/Jam
Mandor	Rp. 180.000	Rp. 123.750
Tukang	Rp. 120.000	Rp. 82.500
Pekerja	Rp. 200.000	Rp. 137.500

Data Normal dan Data Crash Untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA

Tower 3 Jakarta

Lampiran 11 : Data Normal dan Data Crash Untuk Proyek Pembangunan Gedung PAMA Tower 3 Jakarta

Kode Kegiatan	Durasi (Hari)		Biaya		
	Normal	Crash	Normal	Tambahan Biaya	Crash
A	208	208	1,207,470,000		1,207,470,000
B	49	49	3,606,673,635		3,606,673,635
C	49	40	5,401,754,430	15,491,250	5,417,245,680
D	35	27	2,774,817,733	15,390,000	2,790,207,733
E	21	17	166,383,000	6,343,000	172,726,000
F	21	21	423,064,519		423,064,519
G	119	119	5,574,895,186		5,574,895,186
H	42	42	55,200,000		55,200,000
I	7	7	33,878,520		33,878,520
J	28	28	470,245,403		470,245,403
K	14	14	27,823,435		27,823,435
L	14	14	409,536,377		409,536,377
M	28	28	2,238,519,278		2,238,519,278
N	48	48	994,112,593		994,112,593
O	180	180	12,650,000,000		12,650,000,000
P	30	30	1,868,000,000		1,868,000,000

Cost Slope Penambahan Jam Kerja

Lampiran 12 : Cost Slope Penambahan Jam Kerja

Keterangan	Durasi (Hari)		Biaya (Rp.)		Cost Slope
	Normal	Crash	Normal	Crash	
Penambahan 3 Jam Kerja					
Aktivitas C	49	40	37,902,374,109	37,904,095,359	1,721,250
Aktivitas D	35	27	37,902,374,109	37,904,297,859	1,923,750
Aktivitas E	21	7	37,902,374,109	37,903,959,859	1,585,750

Lampiran 13 : Foto



Lampiran 14 : Foto



Lampiran 15 : Foto



Lampiran 16 : Foto



Lampiran 17 : Foto

