

## PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT (STUDI KASUS PROYEK PEKERJAAN KONSTRUKSI LANJUTAN F-MIPA TOWER MENARA SAINS TAHUN 2020 KAMPUS ITS)

Muhammad Fany Tamzidhillah<sup>1</sup>, Johan Paing Heru Waskito<sup>1\*</sup>

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wijaya Kusuma Surabaya

Jl. Dukuh Kupang XX No. 54, Kota Surabaya, 60225, Jawa Timur, Indonesia

E-mail: <sup>1</sup>mfany1527@gmail.com, <sup>2</sup>johanpaing\_ft@uwks.ac.id

(\*) Penulis Koresponden

**ABSTRAK:** Proyek adalah suatu kegiatan usaha guna meraih tujuan akhir dengan seluruh batasan yang ada seperti waktu, serta anggaran yang ada. Pada proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya. Terdapat pekerjaan yang kompleks dan mengalami keterlambatan. Berdasarkan permasalahan tersebut, riset ini mengenakan metode *Critical Path Method* (CPM) serta *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) guna memastikan jaringan kerja, aktivitas kritis, jalur kritis, serta menganalisa durasi ataupun bayaran yang optimal. Diketahui bahwa jangka waktu pelaksanaan normal proyek ini selama 180 hari dengan biaya sebesar Rp. 27.560.854.634. Berdasarkan dari hasil penelitian ini diketahui jalur kritis pada Pekerjaan Persiapan (A) – Pekerjaan Dinding dan Lapisan (LT 4 - LT Atap) (B) - Pekerjaan Lantai (LT 4 - LT 10) (C) - Pekerjaan Plafond (LT 4 - LT Atap) (D) - Pekerjaan Pengecatan (LT 4 - LT Atap) (E) - Pekerjaan Kaca Jendela dan Pintu (LT 4 - LT Atap) (F) - Pekerjaan Sanitair (LT 4 - LT 10) (H) - Pekerjaan Doorjamb Lift (LT Dasar - LT 10) (I) - Pekerjaan Elektrikal (LT 4 - LT Atap) (J) - Pekerjaan Air Conditioner (AC) (LT 4 - LT Atap) (K) - Pekerjaan Elektronik (LT 4 - LT Atap) (L) - Pekerjaan Mekanikal (LT 4 - LT Atap) (M) dan dapat dipercepat hingga 140 hari dengan total biaya Rp. 29.553.761.340 dengan probabilitas penyelesaian sebesar 99,89%.

**KATA KUNCI :** CPM, PERT, Manajemen Proyek, *Cost Slope*, *Crashing Time*

### 1. PENDAHULUAN

Proyek sudah dikenal sejak dahulu dahulu wujud dan skalanya beraneka ragam, mulai dari bangunan gedung, bangunan sipil, instalasi mekanikal dan elektrikal. Seiring berkembangnya peradaban manusia, proyek yang lebih besar dan lebih kompleks dilakukan dengan menggunakan bahan, tenaga, dan peralatan yang terampil dan canggih. Penerapan suatu proyek membutuhkan perencanaan, penjadwalan dan pengendalian yang baik serta dipengaruhi oleh beberapa aspek antara lain: sumber daya yang baik, ketersediaan material, ketersediaan perlengkapan untuk keadaan alam ataupun cuaca serta aspek-aspek lain yang mempengaruhi kemajuan proyek. Aspek-aspek tersebut dapat menunda kemajuan penerapan proyek, dan dalam beberapa kasus menyebabkan proyek selesai lebih lambat dari yang direncanakan. Jika terjadi masalah dalam suatu proyek, maka akan berdampak pada pelaksanaan proyek tersebut. Jika implementasi suatu proyek gagal, berarti tujuan yang diharapkan sebelumnya juga tidak berhasil, sehingga membuang waktu dan biaya. Proyek konstruksi yang penerapannya tidak cocok dengan

perencanaan sehingga terjadi keterlambatan penyelesaian proyek yang tidak cocok dengan perencanaan ini. Permasalahan ini terjadi pada proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya yang dikerjakan oleh PT. CMC sebagai kontraktor pelaksana dengan nilai kontrak sebesar Rp. 27.560.854.634,04 dan masa pengerjaan selama 180 hari 04 September 2020 s/d 02 Maret 2021. Proyek ini terlambat 7 hari dari waktu penyelesaian semula yang direncanakan. Keterlambatan penyelesaian proyek disebabkan oleh tidak diproduksinya lagi tipe unit AC yang disyaratkan oleh perencana dan juga karena perubahan desain gambar proyek.

Pada proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya. Terdapat pekerjaan yang sangat kompleks dan mengalami keterlambatan. Berdasarkan permasalahan tersebut, penulis mengambil tugas akhir yang berjudul : Evaluasi Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode

# PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT (STUDI KASUS PROYEK PEKERJAAN KONSTRUKSI LANUTAN F – MIPA TOWER MENARA SAINS TAHUN 2020 KAMPUS ITS)

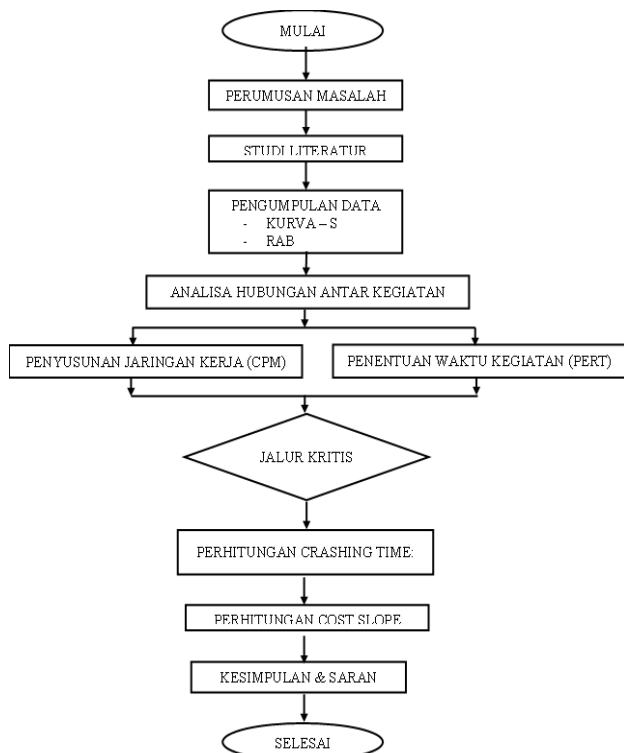
(Muhammad Fany Tamzidhillah, Johan Paing Heru Waskito)

CPM dan PERT (Studi Kasus Proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan F-MIPA Tower Menara Sains Tahun 2020). Penggunaan metode CPM dan PERT dikarenakan cara tersebut menggunakan teknik perencanaan dan pengendalian dengan memperhatikan implikasi organisasi dan perilaku setiap kegiatan pekerjaan yang pusat perhatian pada keputusan paling signifikan seperti pada jaringan kerja dan pemakaian 3 estimasi waktu pada proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 Kampus ITS Sukolilo, Surabaya.

Keterlambatan pada proyek tersebut akan dianalisis menggunakan penjadwalan proyek yaitu mengidentifikasi aktivitas proyek dan menentukan hubungan antar aktivitas sesuai logika ketergantungan. Kemudian menghitung waktu paling awal sebuah aktivitas bisa dimulai, waktu paling awal sebuah aktivitas bisa diselesaikan, dan waktu paling lambat sebuah aktivitas bisa diselesaikan, menghitung nilai (a) dan (b) dan waktu yang diharapkan, menghitung nilai standar deviasi dan varians pada seluruh aktivitas, mencari *cost crash time*, *crash cost*, *cost slope*. Dengan perhitungan tersebut akan di dapatkan waktu penyelesaian dan biaya yang optimal

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Diagram Penelitian



Gambar 1. Flowchart Penelitian

### 2.2. Studi Kasus

Penelitian dilakukan di Kampus ITS Sukolilo Surabaya yang merupakan lokasi pembangunan Gedung FMIPA Tower.

### 2.3. Sumber Pengumpulan Data

Penelitian ini memperoleh data primer dari sumber internal langsung dari perusahaan PT. CMC dengan bentuk time scheduling bentuk Kurva-S dan *Bill of Quantity*.

### 2.4. Analisis Data

Data diterima dengan informasi sebagai berikut: Nama Proyek : Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower Sains) Tahun 2020. Lingkup Pekerjaan: Pekerjaan Persiapan, Arsitektur dan MEP. Pada pelaksanaan proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 ini, perihal yang sangat awal untuk dikerjakan ialah melaksanakan suatu perencanaan waktu, yakni penggambaran aktivitas-aktivitas yang dilaksanakan dalam proyek tersebut beserta hubungan antar aktivitas satu dengan yang lainnya seperti pada data.

#### 2.4.1. Metode CPM

Sistematika dari proses penataan jaringan kerja (*network*) ialah sebagai berikut:

1. Mengevaluasi dan menentukan ruang lingkup proyek serta membaginya sebagai aktivitas atau kelompok aktivitas yang merupakan komponen proyek.
2. Menyusun kembali komponen pada point 1 untuk menghubukannya dengan deskripsi yang cocok dengan logika ketergantungan.
3. Perkirakan lama waktu untuk tiap aktivitas bersumber pada deskripsi ruang lingkup proyek.
4. Mengidentifikasi jalur kritis dan *float* pada jaringa kerja.

#### 2.4.2. Metode PERT

langkah – langkah metode PERT adalah

1. mencari niali (a) dan (b) (lampiran)
2. mencari waktu yang diinginkan (te)
3. mencari nilai standar deviasi dan *variens* pada seluruh kegiatan
4. mencari nilai probabilitas pada waktu yang diinginkan yang didapat dengan menggunakan tabel distribusi normal kumulatif – Z.

Sesudah jalur kritis diketahui bahwa, langkah selanjutnya yakni melakukan percepatan proyek. Langkah – langkahnya sebagai berikut :

1. memastikan waktu percepatan untuk tiap kegiatan pekerjaan dan menghitung biaya

taambahan guna percepatan tiap kegiatan pekerjaan. Memprioritaskan aktivitas pekerjaan dengan biaya paling murah. Jika tujuannya adalah untuk mengurangi waktu untuk sebuah proyek, yang terbaik adalah tidak memulai aktivitas lain yang tidak berada di jalur kritis.

2. Susun kembali jaringan kerja.
3. Jika jalur kritis meningkat, hentikan langkah kedua. Jika terdapat lebih dari satu jalur kritis, maka upaya percepatan dilakukan secara bersama – sama pada seluruh kegiatan yang berada pada jalur kritis tersebut. hindari pemindahan atau penambahan jalur kritis jika dilakukan percepatan waktu pada salah satu kegiatan.
4. Upaya percepatan dihentikan jika kegiatan di jalur kritis telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin ditekan lagi).

#### 2.4.3. Perhitungan *Crashing* (percepatan) *Alternatif*

Terdapat langkah – langkah perhitungan pertambahan biaya akan pengurangan waktu sebagai berikut :

1. Mencari *Crash Time* (percepatan waktu)
2. Mencari *Crash Cost* (pertambahan biaya)
3. Menghitung *Cost Slope*
4. Selanjutnya pada tahap akhir ditarik kesimpulan menurut hasil penambahan dan analisis yang telah dilakukan.

Maka hasil akhir dari penelitian yang akan dituliskan adalah memakai analisa jaringan kerja dengan metode PERT dan CPM sehingga mendapatkan jalur kritis dari jaringan kerja proyek tersebut, dari hasil perhitungan PERT maka dihasilkan probabilitas dalam menyelesaikan proyek tersebut.

### 3. PEMBAHASAN

#### 3.1 Data Kontrak Proyek

Proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 dibawah Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), yang direncanakan mulai dari pertengahan tahun 2020 dengan jangka waktu 180 hari yang ditargetkan akan berakhir pada tahun 2021. Guna mendukung riset ini sehingga diperlukan data – data proyek sebagai berikut.

**Tabel 1** Data Kontrak Proyek (PT. CMC)

Nama Proyek	Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020
Lokasi	Kampus ITS Sukolilo - Surabaya

Pemberi Tugas	Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Konsultan Pengawas	CV. Azita Abadi
Kontraktor Pelaksana	PT. CMC
Waktu pelaksanaan	180 hari
Masa Pemeliharaan	180 hari
Jenis Kontrak	<i>Unit Price</i>
Nilai Kontrak	Rp. 27.560.854.634,04
Jumlah Lantai	8 Lantai / Lantai 4 - Lantai 11 (Lantai Atap)
Luas Bangunan	11.918,332 m <sup>2</sup>

Berikut adalah gambar durasi pekerjaan dengan kondisi yang tumpang tindih dan biaya yang direncanakan untuk pelaksanaan proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020.

**Tabel 2.** Daftar Kegiatan Proyek

NO	NAMA PEKERJAAN	SI M BO L	BIAYA	DU RA SI
			(Rp)	(Minggu)
<b>Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020</b>			<b>27.560.854.634</b>	<b>25</b>
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	A	138.030.290	25
2	PEKERJAAN DINDING DAN LAPISAN (LT 4 - LT ATAP)	B	3.952.264.439	16
3	PEKERJAAN LANTAI (LT 4 - LT 10)	C	2.567.389.970	16
4	PEKERJAAN PLAFOND (LT 4 - LT ATAP)	D	1.417.405.679	15
5	PEKERJAAN PENGECATAN (LT 4 - LT ATAP)	E	283.689.999	14
6	PEKERJAAN KACA JENDELA DAN PINTU (LT 4 - LT ATAP)	F	1.428.364.167	14
7	PEKERJAAN FINISHING TANGGA (LT 4 - LT 10)	G	962.195.492	14
8	PEKERJAAN SANITAIR (LT 4 - LT 10)	H	590.554.261	13
9	PEKERJAAN DOORJAMB LIFT (LT DASAR - LT 10)	I	255.206.808	12

## PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT (STUDI KASUS PROYEK PEKERJAAN KONSTRUKSI LANUTAN F – MIPA TOWER MENARA SAINS TAHUN 2020 KAMPUS ITS)

(Muhammad Fany Tamzidhillah, Johan Paing Heru Waskito)

NO	NAMA PEKERJAAN	SIMBOL	BIAYA	DU
			(Rp)	RASI (Minggu)
10	PEKERJAAN ELEKTRIKAL (LT 4 - LT ATAP)	J	2.493.238.511	13
11	PEKERJAAN AIR CONDITIONER (AC) (LT 4 - LT ATAP)	K	7.517.982.642	16
12	PEKERJAAN ELEKTRONIK (LT 4 - LT ATAP)	L	2.986.913.569	20
13	PEKERJAAN MEKANIKAL (LT 4 - LT ATAP)	M	1.455.709.696	17
14	PEKERJAAN LIFT (LT DASAR - LT 10)	N	1.511.909.110	8

### 3.2 Analisa Hubungan Antar Kegiatan Proyek

Berikut merupakan tabel hubungan keterkaitan antara kegiatan yang terdapat dalam Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020

**Tabel 3.** Hubungan Antar Kegiatan Pada Proyek

KEGIATAN	DU RASI	SIMBOL	AKTIFITAS SEBELUMNYA	KONSTRANSI (MIN GGU)
PEKERJAAN PERSIAPAN	25	A	-	
PEKERJAAN DINDING DAN LAPISAN (LT 4 - LT ATAP)	16	B	A	SS A - B = 9
PEKERJAAN LANTAI (LT 4 - LT 10)	16	C	A	SS A - C = 9
PEKERJAAN PLAFOND (LT 4 - LT ATAP)	15	D	C	SS C - D = 1
PEKERJAAN PENGECATAN (LT 4 - LT ATAP)	14	E	D	SS D - E = 1
PEKERJAAN KACA JENDELA DAN PINTU (LT 4 - LT ATAP)	14	F	E	SS E - F = 0
PEKERJAAN FINISHING TANGGA (LT 4 - LT 10)	14	G	F	SS F - G = 0
			I	SS I - G = -2
PEKERJAAN SANITAIR (LT 4 - LT 10)	13	H	C	SS C - H = 3

KEGIATAN	DU RASI	SIMBOL	AKTIFITAS SEBELUMNYA	KONSTRANSI (MIN GGU)
PEKERJAAN DOORJAMB LIFT (LT DASAR - LT 10)	12	I	H	SS H - I = 1
PEKERJAAN ELEKTRIKAL (LT 4 - LT ATAP)	13	J	B	SS B - J = 3
PEKERJAAN AIR CONDITIONER (AC) (LT 4 - LT ATAP)	16	K	J	SS J - K = -3
PEKERJAAN ELEKTRONIK (LT 4 - LT ATAP)	20	L	K	SS K - L = -4
PEKERJAAN MEKANIKAL (LT 4 - LT ATAP)	17	M	L	SS L - M = 3
PEKERJAAN LIFT (LT DASAR - LT 10)	8	N	G	SS G - N = 6
			M	SS M - N = 9

### 3.3 Penentuan Waktu Kegiatan Proyek

Untuk menentukan durasi waktu setiap kegiatan proyek, kita perlu mengetahui tanggal, ulai dan berakhirnya kegiatan. Penentuan waktu dapat membantu menekankan tingkat ketidakpastian dalam pelaksanaan kegiatan proyek. Selain mampu membantu para manajer guna mengawasi jalannya proyek supaya cocok dengan waktu yang telah direncanakan dalam suatu network planning (jaringan kerja). Metode PERT memakai tiga perkiraan waktu yakni waktu optimis, waktu normal, serta waktu pesimis. Dalam riset ini, kegiatan yang digunakan merupakan kegiatan secara universal, guna mencari nilai pesimis dan nilai optimisnya dapat dicari terlebih dahulu standard waktunya yakni dengan memakai rumus sebagai berikut :

**Tabel 4.** Perhitungan Waktu Optimis dan Waktu Pesimis

SIMBOL KEGIATAN	STANDAR DEVIASI SETIAP KEGIATAN	WAKTU OPTIMIS [a]	WAKTU PESIMIS [b]
A	$\sigma_A = \sqrt{\frac{\sum(25 - 1,78)^2}{14 - 1}}$	$a_A = 25 - 6,44$	$b_A = 25 + 6,44$
	$= 6,44$	$= 18,56 \rightarrow 18$	$= 31,44 \rightarrow 31$

B	$\sigma_B = \sqrt{\frac{2(16-1,78)^2}{14-1}}$ = 3,95	$a_B = 16 - 3,95$ = 12,05 → 12	$b_B = 16 + 3,95$ = 19,95 → 20
C	$\sigma_C = \sqrt{\frac{2(16-1,78)^2}{14-1}}$ = 3,95	$a_C = 16 - 3,95$ = 12,05 → 12	$b_C = 16 + 3,95$ = 19,95 → 20

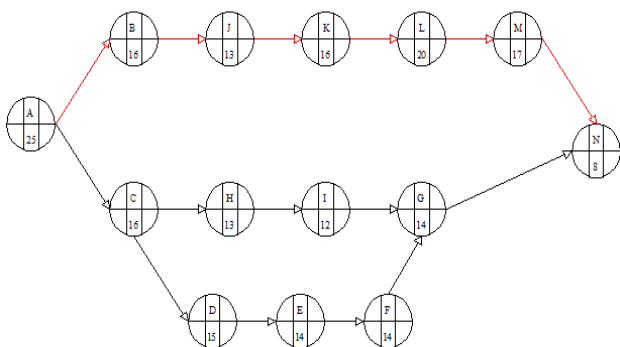
Apabila ketiga estimasi waktu sudah diperoleh, maka ekspektasi waktu dari tiap aktivitas juga dapat ditetapkan dengan memakai rumus :

$$te = \frac{a+b+4m}{6} \dots\dots\dots(1)$$

berikut adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan setiap kegiatan proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020. Untuk mengetahui perhitungan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan berdasarkan waktu pesimis dan optimis, dapat dilihat (Lampiran 3)

**3.4 Penyusunan Diagram Network (Jaringan Kerja)**

Setelah diperoleh hubungan keterkaitan dan waktu antara setiap aktivitas diketahui, maka dapat menggambarkan *diagram network*. *Diagram network* ini menampilkan hubungan antara 2 kegiatan. Pembuatan *diagram network* ini diperuntukkan guna membuktikan urutan kegiatan yang mana wajib dikerjakan terlebih dahulu serta kegiatan mana yang berikutnya dapat dikerjakan. Untuk melihat *diagram network* dari proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 dapat dilihat pada gambar berikut



**Gambar 2** Diagram Network Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020

Dari diagram network ataupun gambar kegiatan penyelesaian proyek tersebut, sehingga dapat diketahui

**Tabel 5** Durasi Kegiatan Berdasarkan Jalur Kegiatan

No	Jalur-jalur Kegiatan	Waktu yang dibutuhkan (dalam minggu)
1.	A – B – J – K – L – M – N	0 + 9 + 2 + 2 + 2 + 2 + 0 = 17
2.	A – C – H – I – G – N	0 + 1 + 1 + 4 + 2 + 0 = 8
3.	A – C – D – E – F – G – N	0 + 1 + 1 + 1 + 2 + 2 + 0 = 7

Dengan demikian bisa diketahui bahwa jalur kritisnya merupakan A – B – J – K – L – M – N (tanda panah merah pada diagram network), dengan waktu yang diperlukan 17 minggu, sehingga waktu penyelesaian yang normal dari proyek tersebut yaitu 17 minggu.

**3.5 Penentuan Jalur Kritis (CPM)**

Setelah membuat *diagram network*, tahap selanjutnya adalah menentukan jalur kritis. Jalur kritis merupakan jalur yang memiliki waktu pelaksanaan yang paling lama. Jalur kritis dari Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 bisa dilihat dari *diagram network* dengan perhitungan *forward pass* serta *backward pass* sebagai berikut.

**Tabel 6.** Perhitungan Waktu ES, EF, LS dan LF

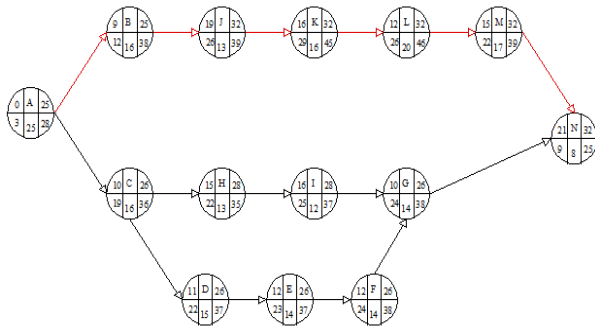
Perhitungan Forward Pass (Maju)	Perhitungan Backward Pass (Mundur)
Kegiatan A D = 25 SS = 0 ES = 0 + 0 = 0 EF = 0 + 25 = 25	Kegiatan N LS = 9 LF = 25
Kegiatan B D = 16 SS = 9 ES = 0 + 9 = 9 EF = 9 + 16 = 25	Kegiatan M LS = 25 – 3 = 22 LF = 22 + 17 = 39
Kegiatan C D = 16 SS = 9 ES = 9 + 1 = 10 EF = 10 + 16 = 26	Kegiatan L LS = 22 – (-4) = 26 LF = 26 + 20 = 46

Setelah melakukan perhitungan *forward pass* serta perhitungan *backward pass* dengan menggunakan diagram aktivitas Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020. Sehingga, langkah berikutnya yaitu menghitung *slack time* dari setiap kegiatan yang nantinya akan didapatkan kegiatan mana saja yang tercantum ke dalam jalur kritis. Perhitungan *slack time* serta penentuan jalur kritis dapat

**PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT (STUDI KASUS PROYEK PEKERJAAN KONSTRUKSI LANUTAN F – MIPA TOWER MENARA SAINS TAHUN 2020 KAMPUS ITS)**

(Muhammad Fany Tamzidhillah, Johan Paing Heru Waskito)

dilihat pada table berikut.



**Gambar 3** Diagram Network Perhitungan Forward Pass dan Backward Pass

**Tabel 7.** Hasil Perhitungan Nilai Slack Time dan Penentuan Jalur Kritis

Simbol Kegiatan	D			FF			Keterangan			
	(M)	(E S)	(E F)	(L S)	(L F)	(E F-ES-D)				
A	25	0	2	5	3	2	8	Jalur Kritis		
B	16	9	2	5	2	1	3	8	Jalur Kritis	
C	16	1	2	0	6	1	3	9	Jalur Kritis	
D	15	1	2	1	2	2	3	7	Jalur Kritis	
E	14	1	2	2	2	3	3	7	Jalur Kritis	
F	14	1	2	2	2	3	3	8	Jalur Kritis	
G	14	1	2	0	6	2	4	8	Bukan Jalur Kritis	
H	13	1	2	5	8	2	2	5	Jalur Kritis	
I	12	1	2	6	8	2	3	7	Jalur Kritis	
J	13	1	3	9	2	6	9	9	Jalur Kritis	
K	16	1	3	6	2	9	5	0	Jalur Kritis	
L	20	1	3	2	2	6	6	0	Jalur Kritis	
M	17	1	3	5	2	2	3	9	Jalur Kritis	
N	8	2	3	1	2	9	2	5	3	Bukan Jalur Kritis

Dari hasil perhitungan di atas, maka bisa diambil kesimpulan bahwa:

- a. kegiatan yang melalui jalur kritis merupakan kegiatan: Pekerjaan Persiapan (A) – Pekerjaan Dinding dan Lapisan (LT 4 - LT Atap) (B) - Pekerjaan Lantai (LT 4 - LT 10) (C) - Pekerjaan Plafond (LT 4 - LT Atap) (D) - Pekerjaan Pengecatan (LT 4 -

- LT Atap) (E) - Pekerjaan Kaca Jendela dan Pintu (LT 4 - LT Atap) (F) - Pekerjaan Sanitair (LT 4 - LT 10) (H) - Pekerjaan Doorjamb Lift (LT Dasar - LT 10) (I) - Pekerjaan Elektrikal (LT 4 - LT Atap) (J) - Pekerjaan Air Conditioner (AC) (LT 4 - LT Atap) (K) - Pekerjaan Elektronik (LT 4 - LT Atap) (L) - Pekerjaan Mekanikal (LT 4 - LT Atap) (M)

- b. Jangka waktu penyelesaian proyek adalah selama 180 hari (25 minggu) dan dapat dipercepat 5 minggu menjadi 20 minggu.

**3.6 Penentuan Varians Berdasarkan Perkiraan Waktu**

Tahap berikutnya yaitu penentuan nilai varian dari setiap kegiatan. Varian dari setiap kegiatan didapatkan dengan mengenakan persamaan berikut ini:

$$\sigma^2 = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 \dots\dots\dots(2)$$

**Tabel 8.** Hasil Perhitungan Nilai Varian Pada 3 Estimasi Waktu

Simbol Kegiatan	Waktu Optimis [a]	Waktu Normal [m]	Waktu Pesimis [b]	Nilai Varian [ $\sigma_{te}^2$ ]
PEKERJAAN PERSIAPAN (A)	18	25	31	784,000
PEKERJAAN DINDING DAN LAPISAN (LT 4 - LT ATAP) (B)	12	16	20	324,000
PEKERJAAN LANTAI (LT 4 - LT 10) (C)	12	16	20	324,000
PEKERJAAN PLAFOND (LT 4 - LT ATAP) (D)	11	15	19	294,694
PEKERJAAN PENGECATAN (LT 4 - LT ATAP) (E)	11	14	17	230,028
PEKERJAAN KACA JENDELA DAN PINTU (LT 4 - LT ATAP) (F)	11	14	17	230,028
PEKERJAAN FINISHING TANGGA (LT 4 - LT 10) (G)	11	14	17	230,028
PEKERJAAN SANITAIR (LT 4 - LT 10) (H)	10	13	16	205,444

Simbol Kegiatan	Waktu Optimis [a]	Waktu Normal [m]	Waktu Pesimis [b]	Nilai Varian [ $\sigma_{te}^2$ ]
PEKERJAAN DOORJAMB LIFT (LT DASAR - LT 10) (I)	9	12	15	182,250
PEKERJAAN ELECTRIKA L (LT 4 - LT ATAP) (J)	10	13	16	205,444
PEKERJAAN AIR CONDITIONER (AC) (LT 4 - LT ATAP) (K)	12	16	20	324,000
PEKERJAAN ELEKTRONIK (LT 4 - LT ATAP) (L)	15	20	25	506,250
PEKERJAAN MEKANIKAL (LT 4 - LT ATAP) (M)	13	17	21	354,694
PEKERJAAN LIFT (LT DASAR - LT 10) (N)	6	8	10	81,000
<b>Total :</b>				<b>3964,832</b>

Keterangan:

$\sigma^2_{te}$  = Varian Jalur Kritis

Dari hasil perhitungan table 8 , maka didapatkan nilai rata-rata *varian* waktu penyelesaian proyek berdasarkan jalur kritis adalah:

$$= \frac{3964,832}{180} = 22,026$$

dengan standar deviasi

$$= \sqrt{22,026} = 4,69$$

### 3.7. Penentuan Probabilitas Waktu Penyelesaian Proyek

menurut dari perhitungan *varian* di atas, waktu penyelesaian aktivitas yang melalui jalur kritis yaitu 4,69 = 5 minggu. Dengan mengenakan kurva normal dapat ditentukan probabilitas waktu penyelesaian proyek dengan memakai persamaan berikut:

$$Z = \frac{25-8}{5} = 3,4$$

Sesuai tabel kurva normal (Lampiran 5), maka dapat dikonversikan bahwa nilai Z = 3,4 adalah senilai dengan 0,9989 = 99,89%. Jadi, besarnya mungkin proyek dapat dituntaskan dalam kurun waktu 20 minggu yaitu sebesar 87,697%. Namun, apabila disesuaikan dengan analisis CPM dan PERT bahwasanya proyek juga dapat terselesaikan dalam kurun 20 minggu.

### 3.8. Penentuan Cost Slope

Adanya peningkatan biaya akibat percepatan (*cost slope*) bisa dihitung dengan menghitung biaya pekerjaan akibat percepatan terlebih dahulu dengan menggunakan persamaan berikut:

$$B' = \frac{D}{d} \times B \dots\dots\dots(3)$$

Waktu dipercepat menjadi 5 minggu dengan mengurangi 1 minggu dari waktu normal setiap aktivitas dengan melakukan perhitungan pada setiap aktivitas bisa dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 9.** Hasil Perhitungan pada Biaya Tercepat

Simbol Kegiatan	Waktu Normal	Waktu Dipercepat	Biaya Normal (Rp)	Biaya Dipercepat (Rp)
PEKERJAAN PERSIAPAN (A)	25	24	Rp 138.030.290	Rp 143.781.552
PEKERJAAN DINDING DAN LAPISAN (LT 4 - LT ATAP) (B)	16	15	Rp 3.952.264.439	Rp 4.215.748.735
PEKERJAAN LANTAI (LT 4 - LT 10) (C)	16	15	Rp 2.567.389.970	Rp 2.738.549.301
PEKERJAAN PLAFOND (LT 4 - LT ATAP) (D)	15	14	Rp 1.417.405.679	Rp 1.518.648.942
PEKERJAAN PENGECATAN (LT 4 - LT ATAP) (E)	14	13	Rp 283.689.999	Rp 305.512.307
PEKERJAAN KACA JENDELA DAN PINTU (LT 4 - LT ATAP) (F)	14	13	Rp 1.428.364.167	Rp 1.538.238.334
PEKERJAAN FINISHING TANGGA	14	13	Rp 962.195.492	Rp 1.036.210.529



**PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT (STUDI KASUS PROYEK PEKERJAAN KONSTRUKSI LANUTAN F – MIPA TOWER MENARA SAINS TAHUN 2020 KAMPUS ITS)**

(Muhammad Fany Tamzidhillah, Johan Paing Heru Waskito)

Simbol Kegiatan	Waktu Normal	Waktu Dipercepat	Biaya Normal (Rp)	Biaya Dipercepat (Rp)
(LT 4 - LT 10) (G)				
PEKERJAAN SANITAIR (LT 4 - LT 10) (H)	13	12	Rp 590.554.261	Rp 639.767.116
PEKERJAAN DOORJAMB LIFT (LT DASAR - LT 10) (I)	12	11	Rp 255.206.808	Rp 278.407.427
PEKERJAAN ELECTRIKAL (LT 4 - LT ATAP) (J)	13	12	Rp 2.493.238.511	Rp 2.701.008.387
PEKERJAAN AIR CONDITONER (AC) (LT 4 - LT ATAP) (K)	16	15	Rp 7.517.982.642	Rp 8.019.181.484
PEKERJAAN ELEKTRONIK (LT 4 - LT ATAP) (L)	20	19	Rp 2.986.913.569	Rp 3.144.119.546
PEKERJAAN MEKANIKAL (LT 4 - LT ATAP) (M)	17	16	Rp 1.455.709.696	Rp 1.546.691.552
PEKERJAAN LIFT (LT DASAR - LT 10) (N)	8	7	Rp 1.511.909.110	Rp 1.727.896.125
<b>TOTAL :</b>			<b>Rp 27.560.854.634</b>	<b>Rp 29.553.761.340</b>

**Tabel 10.** Perbandingan Biaya Waktu Normal dengan Waktu yang Dipercepat

Uraian	Normal	Percepatan	Selisih
Waktu	25 Minggu	5 Minggu	20 Minggu

Uraian	Normal	Percepatan	Selisih
Biaya	Rp 27.560.854.634	Rp 29.553.761.340	Rp 1.992.906.706

Dari hasil perhitungan tersebut, maka didapatkan kenaikan biaya akibat adanya percepatan (*cost slope*) dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$cost\ slope = \frac{B' - B}{D - D'} \dots\dots\dots(4)$$

$$= \frac{Rp\ 29.553.761.340 - Rp\ 27.560.854.634}{25\ minggu - 20\ minggu}$$

$$= Rp\ 398.581.341,20$$

Keterangan:

B = Biaya normal

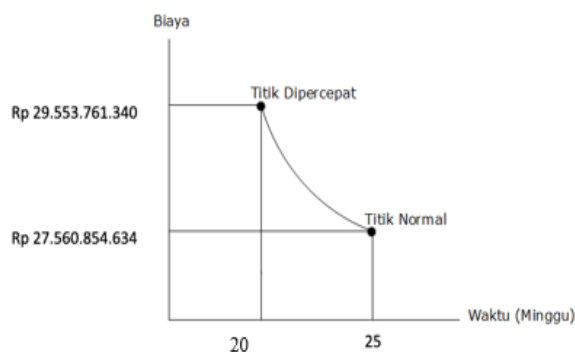
B' = Biaya durasi yang

dipercepat

D = Durasi normal

D' = Durasi yang dipercepat

Dari Grafik Hubungan Antar Waktu Normal dan Dipercepat di dapatkan hasil 5 minggu waktu crashing dan di dapat waktu dan biaya optimal di minggu ke 20 dengan total biaya Rp. 29.553.761.340



**Gambar 4.** Grafik Hubungan Antar Waktu Normal dan Dipercepat

**4. KESIMPULAN**

Bersumber pada riset permasalahan yang dilakukan pada proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan Pembangunan Gedung FMIPA Tower (Menara Sains) Tahun 2020 dengan analisis data serta ulasan yang telah dicoba pada bab sebelumnya maka kesimpulan dari riset ini yaitu sebagai berikut :

1. Berdasarkan waktu pelaksanaan normal aktivitas proyek selama 180 hari kerja dengan total biaya Rp. 27.560.854.634. Namun dengan menggunakan metode CPM dan PERT memungkinkan proyek dapat diselesaikan dengan jangka waktu 140 hari dengan biaya Rp. 29.553.761.340. Hasil dari metode CPM dan PERT didapat jalur kritis yaitu Pekerjaan Persiapan (A) – Pekerjaan



- Dinding dan Lapisan (LT 4 - LT Atap) (B) - Pekerjaan Lantai (LT 4 - LT 10) (C) - Pekerjaan Plafond (LT 4 - LT Atap) (D) - Pekerjaan Pengecatan (LT 4 - LT Atap) (E) - Pekerjaan Kaca Jendela dan Pintu (LT 4 - LT Atap) (F) - Pekerjaan Sanitair (LT 4 - LT 10) (H) - Pekerjaan Doorjamb Lift (LT Dasar - LT 10) (I) - Pekerjaan Elektrikal (LT 4 - LT Atap) (J) - Pekerjaan Air Conditioner (AC) (LT 4 - LT Atap) (K) - Pekerjaan Elektronik (LT 4 - LT Atap) (L) - Pekerjaan Mekanikal (LT 4 - LT Atap) (M) artinya pekerjaan tersebut harus diawasi secara intens agar tidak terjadi keterlambatan.
2. Dari hasil perhitungan PERT maka dihasilkan probabilitas sebesar 99,89% dalam menuntaskan proyek tersebut. Maksudnya peluang pencapaian target waktu penyelesaian proyek dengan 140 hari yaitu 99,89%.
- 5. UCAPAN TERIMA KASIH**
- Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada Tuhan Yang Maha Esa, Kedua Orang Tua, pihak Kontraktok pelaksana dari PT. CMC serta teman – teman yang telah memberikan banyak bantuan kepada penulis dengan mengizinkan penulis menggunakan data proyek untuk penulis analisis sehingga seluruh jurnal ini dapat diselesaikan dengan baik.
- 6. DAFTAR PUSTAKA**
- Abrar, Husen. 2011. Manajemen Proyek : Perencanaan, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek, Yogyakarta
- Aman W, Helmi, Beni. 12012. Perbandingan Aplikasi CPM, PDM, dan Teknik Bar Chart Kurva S pada Optimalisasi Penjadwalan Proyek. Jurnal.
- Badri, S. 1997. Dasar-dasar Network Planing. Jakarta : PT Rika Cipta.
- Barry R dan Joe, H 2001. Prinsip – Prinsip Manajemen Operasional, Salemba Empat Jakarta
- Dimiyati, D. H., & Nurjaman, K. 2014. *Manajemen Proyek*. Yogyakarta: Pustaka Setia.
- Dipohusodo, I, 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid II. Kansius, Yogyakarta
- Ervianto, 2002. Manajemen Proyek Konstruksi, Andi Yogyakarta.
- Heizer, Jay dan Barry Render. 2006. *Operations Management : Manajemen Operasi*. Salemba Empat Jakarta
- Kepmenakertrans. (2004). Keputusan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor Kep.102/Men/Vi/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur 1 – 5.
- Muhardi. 2011. Manajemen Operasi. PT. Refika Aditama. Bandung.
- Nurhayati. 2010. Manajemen Proyek. Graha Ilmu: Yogyakarta
- Oetomo, W., Priyoto, P., & Uhad, U. 2017. Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode Crash Duration pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapusa. Media Ilmiah Teknik Sipil, 6(1). 8 – 22.
- Render, B dan Heizer, J, 2001. Prinsip – prinsip Manajemen Operasi. Salemba Empat Jakarta
- Robert, J.K 2003. Manajemen dab Rekayasa Infrastruktur, Pustaka Belajar Yogyakarta
- Siswanto, H. B, 2007. Pengantar Manaemen. Bumi Aksara Jakarta
- Soeharto, Imam. 1995. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman, 1999. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Imam. 2002. Studi Kelayaan Proyek Industri . Jakarta , Erlangga
- Wijaya, H. K., Priyo, M., & Harsoyo, Y. Priyatno. (2018). Optimasi Pada Biaya Proyek Menggunakan Program Microsoft Projet 2013 (Studi Kasus : Pembangunan Gereja GMIM Syaloom Karombasan). Jurnal Teknik Sipil, 3 (2)(2337-6732), 141 – 150.

**PERCEPATAN PELAKSANAAN PROYEK MENGGUNAKAN METODE CPM DAN PERT (STUDI KASUS PROYEK PEKERJAAN KONSTRUKSI LANUTAN F – MIPA TOWER MENARA SAINS TAHUN 2020 KAMPUS ITS)**

(Muhammad Fany Tamzidhillah, Johan Paing Heru Waskito)

---

Halaman ini sengaja dikosongkan

Halaman ini sengaja dikosongkan