



Analisis Network Planning Dan Crash Program Pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Yayasan Pondok Modern Al Kautsar

Analysis of Network Planning and Crash Programs in the Al Kautsar Pondok Modern Foundation Flat Construction Project

Ermiyati¹, Fakhri², Suprasman³, & Firdi Mulyadi²

¹Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Kode Pos 28293, Indonesia

²Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru, Kode Pos 28293,
Indonesia

*Corresponding Email: firdimulyadi24@gmail.com

Abstrak

Penyebab keterlambatan proyek dari segi perencanaan dan penjadwalan adalah dari aspek manajemen. Untuk menghindari keterlambatan proyek, proyek pembangunan Yayasan Pondok Modern Al Kautsar tertunda karena kekurangan tenaga kerja, perubahan item pekerjaan, dan kesulitan masuk ke proyek sehingga diperlukan salah satu alternatif yaitu analisis Perencanaan Jaringan dengan Metode Jalur Kritis (CPM), Teknik Evaluasi dan Tinjauan Proyek (PERT) dan Crash Program. Alternatifnya adalah penambahan jumlah tenaga kerja untuk mendapatkan percepatan maksimum dan penambahan alternatif biaya minimum. Implementasi percepatan dengan Critical Path Method (CPM), Project Evaluation and Review Technique (PERT) dan Crash Program serta menggunakan software Microsoft Project 2019 untuk memudahkan dalam menganalisa Network Diagram dan menentukan critical trajectories. Tujuan alternatif adalah untuk mengetahui berapa hari jadwal proyek dapat dipercepat dan biaya percepatan. Perencanaan awal proyek dilakukan selama 198 hari dengan biaya Rp. 6.738.000.841,66. alternatif yang paling optimal adalah Crash Program 2 dengan percepatan maksimal 2 hari dengan waktu penyelesaian proyek 196 hari dengan biaya percepatan Rp. 59.580.000.

Kata kunci: Perencanaan Jaringan, Metode Jalur Kritis, Teknik Evaluasi dan Review Proyek, Crash Program, Diagram Jaringan

Abstract

The cause of project delays in terms of planning and scheduling is the management aspect. To avoid project delays, Yayasan Pondok Modern Al Kautsar development project was delayed due to lack of manpower, changes in work items, and difficulty getting into the project so that one alternative was needed, namely analysis of Network Planning with Critical Path Method (CPM), Project Evaluation and Review Technique (PERT) and Crash Program. Alternatives are the increase in the amount of labor to get maximum acceleration and the addition of alternative minimum costs. Implementation of acceleration with Critical Path Method (CPM), Project Evaluation and Review Technique (PERT) and Crash Program and using Microsoft Project 2019 software to facilitate in analyzing Network Diagrams and determining critical trajectories. The alternative goal is to find out how many days the project schedule can be accelerated and the cost of acceleration. The initial planning of the project was carried out for 198 days at a cost of Rp. The 6.738.000.841,66. most optimal alternative is Crash Program 2 with a maximum acceleration increase of 2 days with a project completion time of 196 days with an acceleration cost of Rp. 59,580,000.

keywords: Network Planning, Critical Path Method, Project Evaluation and Review Technique, Crash Program, Network Diagram



PENDAHULUAN

Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu yang terbatas dan disesuaikan dengan sumber dana tertentu. Kunci keberhasilan dalam suatu proyek dapat ditentukan dari alokasi dana, waktu dan kualitas yang dicapai. Agar efektivitas dan efisiensi kerja dapat terpenuhi dengan baik, maka dalam pelaksanaannya proyek memerlukan manajemen proyek yang baik [9].

Penerapan manajemen yang baik dalam proyek konstruksi merupakan suatu tuntutan. Berdasarkan data Pulse of the Profession 2015, 29% penyebab utama kegagalan fatal dalam proyek yaitu dikarenakan lemahnya estimasi waktu [6].

Untuk mencapai sasaran (pengelolaan biaya proyek) dan menghindari kendala diperlukan suatu teknik, yaitu analisa jaringan kerja (Network Planning). Penerapan metode jaringan kerja pada proyek dapat menggunakan Critical Path Method (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT) serta Crash Program.

Proyek ini mengalami keterlambatan pada waktu pelaksanaannya. Proses pekerjaan proyek yang seharusnya selesai dalam waktu 198 hari mengalami keterlambatan 10 hari sehingga waktu penyelesaiannya menjadi 210 hari. Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka penulis bermaksud untuk melakukan analisis jadwal pelaksanaan Pembangunan Rumah Susun Yayasan Pondok Modern Al Kautsar menggunakan metode Critical Path Method (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT) serta membuat beberapa alternatif Crash Program untuk lebih mengoptimalkan jadwal.

Namun, pada penelitian ini penulis menggunakan time schedule berdasarkan laporan mingguan proyek, hal ini disebabkan karena pada time schedule rencana terdapat beberapa item pekerjaan yang tidak sesuai dengan laporan mingguan, sehingga penulis harus menyesuaikan kembali.

Tujuan dari penelitian ini adalah Menerapkan dan menganalisis penggunaan metode Critical Path Method (CPM) dan Project Evaluation and Review Technique (PERT) serta crash program pada proyek pembangunan Rumah Susun Yayasan Pondok Modern Al Kautsar.

TINJAUAN PUSTAKA

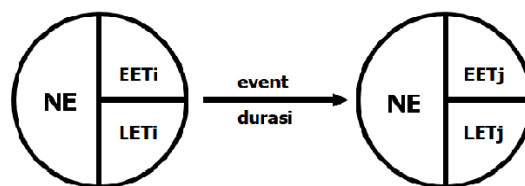


B.1 Critical Path Method (CPM)

Menurut [11] merupakan teknik yang dikembangkan untuk membuat perencanaan dan penjadwalan, dimana aspek yang terkait dengan metode ini antara lain: Pemecahan masalah pada praktek bisnis, membutuhkan matematika modern, membutuhkan sumber daya komputer yang besar, dan teknik ini telah dipraktekkan [2].

CPM atau jalur kritis, merupakan analisis jaringan proyek yang digunakan untuk memperkirakan total durasi proyek. Jalur kritis proyek adalah aktifitas yang menentukan waktu yang paling cepat selesainya proyek. Jalur ini merupakan jalur terpanjang pada diagram jaringan dan memiliki slack dan float [7].

CPM terdiri atas anak panah dan lingkaran. Anak panah menggambarkan kegiatan atau aktifitas, sedangkan lingkaran menggambarkan kejadian (event). Kejadian di awal anak panah disebut "I", sedangkan kejadian di akhir anak panah disebut "J" [3].



Gambar 1. *Event* dan aktifitas CPM
Sumber: [5]

Dimana:

i, j = Nomor peristiwa

X = Nama kegiatan

EET = *Earliest Event Time* (saat paling awal kegiatan)

LET = *Latest Event Time* (saat paling lambat kegiatan)

D = Durasi kegiatan

ES = *Earliest Start Time* (saat paling cepat untuk mulai kegiatan)

EF = *Earliest Finish Time* (saat paling lambat untuk akhir kegiatan)

LS = *Latest Start Time* (saat paling lambat untuk mulai kegiatan)

LF = *Latest Finish Time* (saat paling lambat untuk akhir kegiatan)

Sedangkan perhitungan EET dan LET menggunakan rumus berikut ini :

$$EET_2 = EET_1 + \text{durasi} \quad (1)$$

$$LET_2 = LET_1 - \text{durasi} \quad (2)$$

Untuk menentukan waktu mulai (ES) dan Selesai (EF) di gunakan perhitungan Maju dengan asumsi ES awal adalah sama dengan 0.

Rumus *slack / Free Float* adalah :

$$EET_j - EET_i - \text{durasi} = 0 \quad (3)$$

Sedangkan rumus *Total Float* adalah:

$$LET_j - EET_i - \text{durasi} = 0 \quad (4)$$

Sumber : [10]

B.2 Program Evaluation and Review Technique (PERT)

Menurut [4] menjelaskan bahwa PERT adalah teknik manajemen proyek yang menggunakan tiga aktivitas waktu untuk setiap aktivitas.

Menurut [10] bahwa waktu aktivitas bersifat tidak pasti, namun dapat dijadikan sedikit pasti dengan menggunakan probabilitas estimasi waktu seperti pada PERT.

PERT dikenal dengan tiga perkiraan waktu (*three time estimates*).

Penjelasan 3 (tiga) estimasi tersebut sebagai berikut :

1. Waktu yang paling mungkin/*Most Likely* (M) : Waktu yang paling tepat untuk penyelesaian aktivitas.
2. Waktu optimis/*Optimistic* (a) : Waktu terpendek kejadian yang mungkin terjadi.
3. Waktu pesimis/*Pesimistic* (b) : Waktu terpanjang kejadian yang mungkin dibutuhkan.

Rumus untuk menentukan rata-rata waktu dari suatu kegiatan adalah :

$$te = \frac{a+4m+b}{6} \quad (5)$$

Standar Deviasi waktu:

$$S = \frac{(b-a)}{6} \times 2 \quad (6)$$

Nilai Varian kegiatan berdasarkan Standar Deviasi

$$V(te) = \left(\frac{b-a}{6}\right)^2 = S^2 \quad (7)$$

Sumber : (Taylor and Russell, 2008)

Menghitung nilai normal *z-value* diperlukan waktu diharapkan (T_x) dan *expected time* (t_e).

$$\text{Normal } z\text{-value} = \frac{T_x - t_e}{s} \quad (8)$$

B.3 Perbedaan PERT dan CPM

Menurut [8] mengatakan bahwa “PERT is probabilistic, whereas CPM is deterministic” atau dapat diartikan bahwa PERT probabilistik, sedangkan CPM bersifat deterministik.

Terdapat perbedaan dari metode CPM dan PERT dapat dilihat pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Perbedaan CPM dan PERT

<i>Critical Path Method</i>	<i>Program Evaluation and Review Technique</i>
Menggunakan 1 Waktu yang sudah pasti (<i>Deterministic</i>).	Menggunakan 3 jenis waktu yaitu <i>Optimistic</i> , <i>Pesimistic</i> , dan <i>Most Likely (Probabilistic)</i> .
CPM digunakan untuk menjadwalkan dan mengendalikan aktivitas yang sudah pernah dikerjakan.	PERT digunakan pada perencanaan dan pengendalian proyek yang belum pernah dikerjakan.
CPM menekankan pada ketepatan biaya.	PERT ditekankan pada ketepatan waktu, karena jika waktu singkat biaya



mengecil.

Dalam PERT anak panah menunjukkan tata urutan.

CPM tanda panah adalah kegiatan.

Sumber: [1]

B.4 Crash Program atau Mempercepat Pelaksanaan Proyek

Menurut [10] menyatakan Crash Program merupakan suatu metode untuk mempersingkat lamanya waktu project dengan mengurangi waktu dari satu atau lebih aktivitas project.

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

Menurut [4] menjelaskan bahwa ketika memilih aktivitas mana yang harus dilakukan crash dan berapa banyak harus memperhatikan beberapa hal sebagai berikut :

1. Jumlah dimana aktivitas mana yang boleh dilakukan *crash*, sesuai dengan kenyataannya dan diizinkan.
2. Dilakukan bersama-sama, durasi aktivitas yang dipersingkat akan memungkinkan kita untuk menyelesaikan *project* sebelum tanggal jatuh tempo.
3. *Total cost* dari *crashing* diusahakan seoptimal mungkin.

Cost slope adalah perbandingan antara penambahan biaya dengan percepatan waktu penyelesaian proyek. Perumusan *cost slope* adalah sebagai berikut:

$$Ic = \frac{\Delta \text{biaya}}{\Delta \text{waktu}} = \frac{C_c - C_n}{T_n - T_c} \quad (9)$$

Adapun rumus untuk mengetahui kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan adalah sebagai berikut:

1. Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk satu pekerjaan (Tk)

$$Tk = \left(\frac{V_p \times Ktk}{D_u} \right) \quad (10)$$

2. Tenaga kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan yang dipercepat (Tkd)

$$Tkd = \frac{Vp \times Ktk}{Du \text{ percepatan}} \quad (11)$$

METODE PENELITIAN

Pengolahan dan Pembahasan Data

Pengolahan dan pembahasan data dilakukan setelah tahap pengambilan data selesai. Pada pembahasan penelitian ini, pengolahan data yang dilakukan menggunakan program *Microsoft Project 2019*

Sedangkan pembahasan data yang dilakukan, yaitu:

- Menganalisa keterlambatan proyek menggunakan network planning dengan metode *Critical Path Method (CPM)*.
- Menganalisa keterlambatan proyek menggunakan network planning dengan metode *Proect Evaluation and Review Technique (PERT)*.
- Membandingkan *Network Planning* menggunakan metode *Critical Path Method (CPM)* dan *Proect Evaluation and Review Technique (PERT)* untuk menentukan metode yang paling optimal.
- Menghitung *Crash Program* terhadap keterlambatan pekerjaan pada proyek berdasarkan (Peraturan Menteri, 2016).

HASIL DAN PEMBAHASAN

D.1 Penyusunan *Network Planning*

Penyusunan *network planning* merupakan langkah pertama yang harus dilakukan dalam Analisis jadwal Pekerjaan.

Tabel 2. Durasi kegiatan

Jenis Kegiatan	Kode	Durasi (Hari)
Pekerjaan Persiapan	A1	21
Pekerjaan Pembongkaran	A2	21
P. Struktur Lantai Dasar	B1	35
P. Struktur Lantai 2	B2	42
P. Struktur Lantai Dak	B3	21
P. Ring Balok	B4	14
P. Rangka Atap	B5	7
P. Struktur Bawah	C1	63



P. Struktur GWT, STP	C2	42
Pekerjaan Lantai	D1	35
Pek P dinding, Beton Praktis	D2	56
P. Kusen Pintu /jendela, aksesoris	D3	28
Pekerjaan Plafond	D4	35
Pekerjaan Atap	D5	51
Pekerjaan Utilitas	D6	14
Pekerjaan Pengecatan	D7	14
Pekerjaan Entrance dan Tangga	D8	35
Pekerjaan Drainase	E1	21
P. GWT & Rumah Pompa	E2	21
Pekerjaan Instalasi Plumbing	F1	7
Pekerjaan Instalasi Elektrikal	F2	42
Pekerjaan Ventilasi Udara	G1	42
Pekerjaan Instalasi Elektronik	G2	42
P. Sarana & Prasarana Luar bangunan	G3	133

D.2 Pembuatan *Network Planning*

Urutan kegiatan yang sesuai dengan logika ketergantungan pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Yayasan Pondok Modern Al Kautsar dapat dilihat pada Tabel 3 berikut ini:

Tabel 3. Uraian Kegiatan Pekerjaan

No	Nama Kegiatan	Kode	Kegiatan Sebelumnya	Durasi (Hari)
1	Pekerjaan Persiapan	A1	-	21
	Pekerjaan Pembongkaran	A2	A1	21
2	P. Struktur Lantai Dasar	B1	A2	35
	P. Struktur Lantai 2	B2	C1	42
	P. Struktur Lantai Dak	B3	A2	21
	P. Ring Balok	B4	B2,B3	14
	P. Rangka Atap	B5	E1	7
3	P. Struktur Bawah	C1	-	63
	P. Struktur GWT, STP	C2	E1	42
4	Pekerjaan Lantai	D1	B5,F1	35
	Pek P dinding, Beton Praktis	D2	B4	56
	P. Kusen Pintu	D3	B5,F1	28

	/jendela, aksesoris			
	Pekerjaan Plafond	D4	E1	35
	Pekerjaan Atap	D5	B5,F1	51
	Pekerjaan Utilitas	D6	B5,F1	14
	Pekerjaan Pengecatan	D7	B1	14
	Pekerjaan Entrance dan Tangga	D8	B5,F1	35
5	Pekerjaan Drainase	E1	B4	21
	P. GWT & Rumah Pompa	E2	B1	21
6	Pekerjaan Instalasi Plumbing	F1	E1	7
	Pekerjaan Instalasi Elektrikal	F2	B5,F1	42
	Pekerjaan Ventilasi Udara	G1	B5,F1	42
	Pekerjaan Instalasi Elektronik	G2	B5,F1	42
	P. Sarana & Prasarana Luar bangunan	G3	A2	133

D.3 Perhitungan *Earliest Event Time (EET)*

Apabila perhitungan EET pada satu kegiatan memiliki perhitungan lebih dari satu, maka dipilih nilai EET terbesar. Berikut contoh perhitungan EET menggunakan rumus II.1 pada kegiatan dengan kode A2

Perhitungan nilai EET pada kegiatan A2

Diketahui : $EET_{iA2} = 0$

Durasi = 21

Ditanya : EET_{jA2}

Penyelesaian : $EET_{jA2} = EET_{iA2} + \text{durasi}$

$EET_{jA2} = 0 + 21 = 21$

Untuk perhitungan selanjutnay dapat dilihat pada Tabel 4 berikut

Tabel 4. Hasil perhitungan EET

No	Nama Kegiatan	EET _i	Durasi (Hari)	EET _j
A1	Pekerjaan Persiapan	0	21	21
A2	Pekerjaan Pembongkaran	21	21	44
B1	P. Struktur Lantai Dasar	21	35	56
B2	P. Struktur Lantai 2	63	42	105
B3	P. Struktur Lantai Dak	21	21	42
B4	P. Ring Balok	105	14	119
B5	P. Rangka Atap	140	7	147
C1	P. Struktur Bawah	0	63	63
C2	P. Struktur GWT, STP	140	42	182
D1	Pekerjaan Lantai	147	35	182
D2	Pek P dinding, Beton Praktis	119	56	175
D3	P. Kusen Pintu /jendela, aksesoris	56	28	84
D4	Pekerjaan Plafond	140	35	175
D5	Pekerjaan Atap	147	51	198
D6	Pekerjaan Utilitas	147	14	161
D7	Pekerjaan Pengecatan	56	14	70
D8	Pekerjaan Entrance dan Tangga	147	35	182
E1	Pekerjaan Drainase	119	21	140
E2	P. GWT & Rumah Pompa	56	21	77
F1	Pekerjaan Instalasi Plambing	140	7	147
F2	Pekerjaan Instalasi Elektrikal	147	42	189
G1	Pekerjaan Ventilasi Udara	147	42	189
G2	Pekerjaan Instalasi Elektronik	147	42	189
G3	P. Sarana & Prasarana Luar bangunan	21	133	182

D.4 Perhitungan Latest Event Time (LET)



Apabila perhitungan LET pada satu kegiatan memiliki perhitungan lebih dari satu, maka dipilih nilai LET terkecil. Sedangkan perhitungan LET menggunakan rumus II.2 pada kegiatan pekerjaan, dapat dilihat pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Perhitungan LET

No	Nama Kegiatan	LET _i	Durasi (Hari)	LET _j
A1	Pekerjaan Persiapan	23	21	44
A2	Pekerjaan Pembongkaran	44	21	65
B1	P. Struktur Lantai Dasar	135	35	170
B2	P. Struktur Lantai 2	63	42	105
B3	P. Struktur Lantai Dak	70	21	105
B4	P. Ring Balok	105	14	119
B5	P. Rangka Atap	140	7	147
C1	P. Struktur Bawah	0	63	63
C2	Pekerjaan Struktur GWT, STP & Rumah Pompa	156	42	198
D1	Pekerjaan Lantai	170	28	198
D2	Pek P dinding, Beton Praktis	142	56	198
D3	P. Kusen Pintu /jendela, aksesoris	170	28	198
D4	Pekerjaan Plafond	163	35	198
D5	Pekerjaan Atap	147	51	198
D6	Pekerjaan Utilitas	184	14	198
D7	Pekerjaan Pengecatan	184	14	198
D8	Pekerjaan Entrance dan Tangga	163	35	198
E1	Pekerjaan Drainase	119	21	140
E2	Pekerjaan GWT & Rumah Pompa	177	21	198
F1	Pekerjaan Instalasi Plumbing	140	7	147
F2	Pekerjaan Instalasi Elektrikal	156	42	198
G1	Pekerjaan Ventilasi Udara	156	42	198
G2	Pekerjaan Instalasi Elektronik	156	42	198
G3	P. Sarana & Prasarana Luar bangunan	65	133	198



D.5 Penentuan dan Perhitungan Jalur Lintasan kritis Berdasarkan Hasil *Network Planning*

Setelah mengetahui perhitungan EET dan LET, maka selanjutnya adalah menghitung *free float* dan *total float* untuk menentukan dan menghitung jalur kritis pada pekerjaan yang mengalami keterlambatan pada Proyek Pembangunan Rumah Susun Yayasan Pondok Modern Al Kautsar,

Perhitungan nilai *Free Float* pada kegiatan A2

Diketahui : $EET_j = 21$

: $EET_i = 0$

: Durasi = 21

Ditanya : *Free Float*

Penyelesaian : $Free\ Float = 21 - 0 - 21 = 0$

Perhitungan nilai *Total Float* pada kegiatan A2

Diketahui : $LET_j = 65$

: $EET_i = 0$

: Durasi = 21

Ditanya : *Total Float*

$Total\ Float = 65 - 0 - 21 = 44$

Untuk perhitungan selanjutnya dapat dilihat pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. menghitung *free float* dan *total float*

Kode Kegiatan	Free Float	Total Float	Keterangan
A1	0	23	Tidak Kritis
A2	0	44	Tidak Kritis
B1	0	114	Tidak Kritis
B2	0	0	Kritis
B3	0	63	Tidak Kritis
B4	0	0	Kritis
B5	0	0	Kritis
C1	0	0	Kritis
C2	0	16	Tidak Kritis
D1	7	23	Tidak Kritis
D2	0	23	Tidak Kritis
D3	0	114	Tidak Kritis
D4	0	23	Tidak Kritis
D5	0	0	Kritis
D6	0	37	Tidak Kritis

D7	o	128	Tidak kritis
D8	o	16	Tidak Kritis
E1	o	o	Kritis
E2	o	121	Tidak Kritis
F1	o	o	Kritis
F2	o	9	Tidak Kritis
G1	o	9	Tidak Kritis
G2	o	9	Tidak Kritis
G3	28	44	Tidak Kritis

D.6 Percepatan Durasi Kegiatan Pekerjaan Menggunakan Metode CPM

Setelah *network planning* dibuat, maka percepatan durasi pekerjaan dapat dilakukan berdasarkan lintasan kritis yang telah diketahui

Sebagaimana terlihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7 Durasi Kegiatan Pekerjaan

No	Nama Kegiatan	Kode	Sebelum Dipercepat (Hari)	KET
1	Pekerjaan Persiapan	A1	21	Tidak Dapat Dipercepat
2	Pekerjaan Struktur Lt. 2	B2	42	Dapat Dipercepat
3	P. Ring Balok	B4	14	Dapat Dipercepat
4	P. Rangka Atap	B5	7	Tidak Dapat Dipercepat
5	P. Struktur Bawah	C1	63	Dapat Dipercepat
7	Pekerjaan Atap	D5	51	Dapat Dipercepat
8	Pekerjaan Drainase	E1	21	Dapat Dipercepat
9	P. Inst. Plambing	F1	7	Tidak Dapat Dipercepat
10	Pekerjaan Vent.Udara	G1	42	Tidak Dapat Dipercepat
11	Pekerjaan Instalasi Elek.	G2	42	Tidak Dapat Dipercepat

D.7 Perhitungan Incremental Cost Biaya dan Waktu Percepatan Pekerjaan Proyek Melalui Crash Program



Setelah membuat daftar kemungkinan kegiatan yang dipercepat seperti Tabel 7, maka langkah selanjutnya yaitu memilih kegiatan yang akan dipercepat. Berdasarkan tabel di atas, maka kegiatan yang dapat dipercepat seperti terlihat pada Tabel 8 berikut.

Tabel 8. Tabel kegiatan yang akan dipercepat

No	Nama Kegiatan	Percepatan Maksimum (hari)
1	Pekerjaan Struktur Lantai 2	1
2	Pekerjaan Ring Balok	1
3	Pekerjaan Struktur Bawah	1
4	Pekerjaan Atap	1
5	Pekerjaan Drainase	1

Diambil contoh perhitungan pada pekerjaan pemasangan dinding bata merah $\frac{1}{2}$ batu campuran 1 PC 3PP pada pekerjaan drainase:

$$\text{Diketahui} \quad : \text{Volume Pekerjaan (Vp)} \quad = 95,68 \text{ m}^3$$

$$\text{Koefisien Tenaga Kerja Pekerja (Ktk)} \quad = 0,3 \text{ OH}$$

$$\text{Koefisien Tenaga Kerja Tukang (Ktk)} \quad = 0,1 \text{ OH}$$

$$\text{Koefisien Tenaga Kerja Kep. tukang (Ktk)} \quad = 0,1 \text{ OH}$$

$$\text{Koefisien Tenaga Kerja Mandor (Ktk)} \quad = 0,015 \text{ OH}$$

$$\text{Durasi Percepatan (Du)} \quad = 7 - 1 = 6 \text{ hari}$$

Ditanya : Tenaga Kerja yang dibutuhkan untuk pekerjaan yang di percepat (Tkd)

$$\text{Penyelesaian} \quad : \text{Tkd} = \frac{\text{Vp} \times \text{Ktk}}{\text{Du percepatan}}$$

1. Pekerja

$$\left(\frac{95,68 \times 0,3}{6} \right) = 4,78 \approx 5 \text{ orang}$$

2. Tukang

$$\left(\frac{95,68 \times 0,1}{6}\right) = 1,59 \approx 2 \text{ orang}$$

3. Kepala Tukang

$$\left(\frac{95,68 \times 0,01}{6}\right) = 0,159 \approx 1 \text{ orang}$$

4. Mandor

$$\left(\frac{95,68 \times 0,015}{6}\right) = 0,239 \approx 1 \text{ orang}$$

No.	Uraian	Koeff.	Total Volume (m ³)	Harinya	Percepatan (Hari)	Total Pek
1	Pekerja	0,3	95,68	7	1	5
2	Tukang Kepala	0,1	95,68	7	1	2
3	tukan	0,01	95,68	7	1	1
4	g Mandor	0,015	95,68	7	1	1



Perhitungan upah pekerja setelah percepatan 1 hari dapat dilihat pada Tabel 9. Berikut contoh perhitungan upah pekerja:

$$\text{Upah Pekerja} = 5 \times \text{Rp.115.000} = \text{Rp.575.000}$$

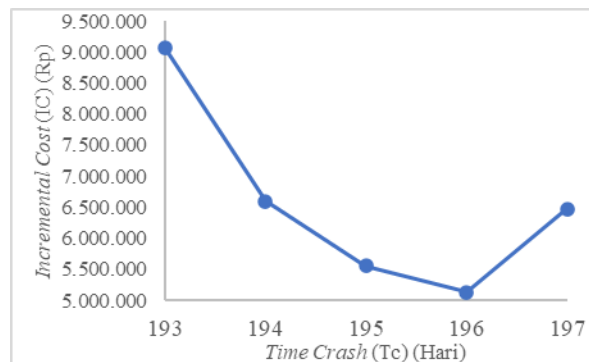
Tabel 9. Besar Upah pekerja setelah dipercepat

No	Uraian	Jumlah Pekerja Percepatan	Upah (Rp)	Upah Percepatan Pek. (Rp)
1	Pekerja	5	115.000	575.000
2	Tukang	2	130.000	260.000
3	Kepala tukang	1	140.000	140.000
4	Mandor	1	150.000	150.000
Total Upah Percepatan Pekerjaan (Rp)				1.125.000

D.8 Perhitungan Perbandingan *Incremental Cost* Proyek

Perhitungan perbandingan IC antar percepatan 5 alternatif

No	Tahap	Tn (hari)	Tc (hari)	Cn (Rp)	Ct (Rp)	Ic (Rp)
1	Kondisi Normal	198	198	49.310.000	0	0
2	Crash 1	198	197	49.310.000	55.875.000	6.475.000
3	Crash 2	198	196	49.310.000	59.580.000	5.135.000
4	Crash 3	198	195	49.310.000	65.965.000	5.320.000
5	Crash 4	198	194	49.310.000	75.720.000	6.602.500
6	Crash 5	198	193	49.310.000	94.715.000	9.081.000



D.9 Analisis Menggunakan Metode PERT

Dalam penelitian tugas akhir ini, difokuskan pada komputasi waktu kejadian (*event times*) untuk pencapaian waktu yang telah ditetapkan. Metode ini memiliki tiga varian waktu, yaitu waktu normal (t_m) waktu optimis (t_o) serta pesimis (t_p) yang penulis evaluasi. Evaluasi dilakukan dengan cara pemisalan percepatan selama 2 hari terhadap waktu normal (t_m)

D.10 Perhitungan Waktu Kegiatan Efektif (T_e)

Berdasarkan ketiga data waktu kegiatan di Tabel 4.23. dapat dihitung waktu kegiatan efektif (t_e) dan standar deviasi kegiatan (S)

Perhitungan waktu kegiatan efektif (t_e)

Dik: Waktu optimis (a) = 19

Waktu yang paling mungkin (m) = 21

Waktu pesimis (b) = 23

Ditanya : Waktu kegiatan efektif (t_e)

Penyelesaian : $t_e = \frac{a+4m+b}{6} = \frac{19+(4 \times 21)+23}{6} = 21$ hari

Perhitungan standar deviasi (S)

Diketahui : Waktu optimis (a) = 196

Waktu pesimis (b) = 200

Ditanya : Standar deviasi (t_e)

Penyelesaian : $S = \frac{(b-a)}{6} = \frac{(200-196)}{6} = 0,67$

D.11 Perhitungan Nilai Varian $V(t_e)$ Kegiatan Berdasarkan standar Deviasi (S)

Dalam perhitungan ini untuk menghitung nilai varian kegiatan ($V(t_e)$)

Diketahui : Standar deviasi = 0,67

Ditanya : Nilai Varian Kegiatan $V(t_e)$

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

$$V(te) = 0,44$$

D.12 Percepatan Durasi Kegiatan Pekerjaan Menggunakan Metode PERT

Sebelum menghitung percepatan tentukan jumlah kegiatan efektif (te) nilai standar deviasi (S) dan varian kegiatan (Vte) :

Tabel 4.1. Nilai Standar Deviasi dan Varian Kegiatan yang dipercepat

Nama Kegiatan	Kode	te (hari)	S	V(te)
Pekerjaan Struktur Lt. 2	B2	42	0,67	0,44
P. Ring Balok	B4	14	0,67	0,44
P. Struktur Bawah	C1	63	0,67	0,44
Pekerjaan Atap	D5	51	0,67	0,44
Pekerjaan Drainase	E1	21	0,67	0,44
Σte				191
Σ Standar Deviasi				2,22
$\Sigma V (te)$				3,35

Berdasarkan Tabe 4.29, diperoleh *expected time* (te) lintasan kritis selama 191 hari kalender dengan standar deviasi 2,22 dan total varian kegiatan adalah 3,35. Untuk menghitung nilai normal *z-value* diperlukan waktu penyelesaian yang di targetkan (Tx) dan *expected time* (te) kegiatan kritis

Misalkan waktu penyelesaian yang ditargetkan adalah 196 hari maka:

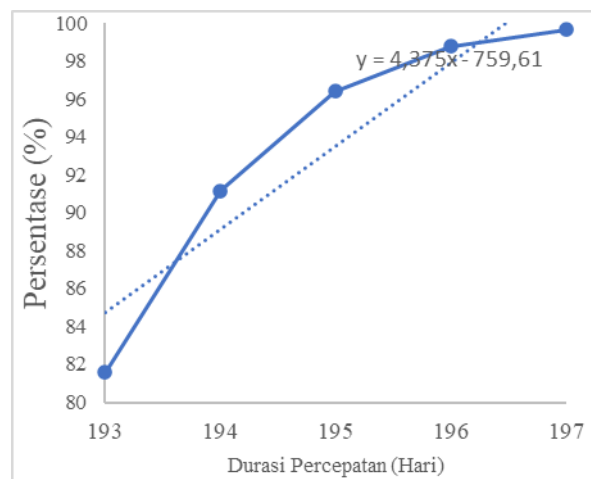
$$\text{Normal } z\text{-value} = \frac{196-191}{2,22} = 2,25$$

Berdasarkan tabel distribusi normal kumulatif seperti yang terlampir pada Lampiran 14, maka nilai normal *z-value* = 2,25 memiliki probabilitas sebesar 0,9878. Hal ini memungkinkan proyek dapat menyelesaikan pekerjaan dalam jangka waktu 196 hari kalender sekitar 98,78 %.

Tabel 4.2. Persentase keberhasilan Percepatan



No	Durasi Percepatan (hari)	Deviasi Z	Distribusi normal kumulatif	Distribusi normal kumulatif 100%
2	193	0,9	0,8159	81,59
3	194	1,35	0,9115	91,15
4	195	1,8	0,9641	96,41
5	196	2,25	0,9878	98,78
6	197	2,7	0,9965	99,65
7	198	3,15	0,9991	99,91



SIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dilakukan, maka dapat di simpulkan sebagai berikut:

Setelah analisis penelitian maka didapatkan 5 alternatif *crash program* dengan hasil percepatan satuan hari sebagai berikut: alternatif *crash 1* (1 hari), alternatif *crash 2* (2 hari), alternatif *crash 3* (3 hari), alternatif *crash 4* (4 hari), alternatif *crash 5* (5 hari). Dari kelima alternatif tersebut yang memiliki kondisi paling optimal adalah *crash program 2* dengan biaya percepatan Rp. 5.135.000 dan alternatif ini dapat diterapkan pada proyek pembangunan Pondok Modern Yayasan Al Kautsar.

Dari analisis penelitian di dapatkan bahwa persentase keberhasilan percepatan dari 5 alternatif antara lain: *crash 1* 98,65%, *crash 2* 98,78%, *crash 3* 96,41%, *crash 4* 91,15%, *crash 5* 81,59%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Asak, A. S. and Nyoman, I. (2014) Optimalisasi Project dengan Menggunakan Metode CPM/PERT pada Project Management Perusahaan PT. Giga Datacom disertai Dengan Crash Program. Binus University.



- [2]. E. Kelley, J. and R. Walker, M. (1959) 'Critical-Path Planning and Scheduling', 68(3), pp. 185–188. doi: 10.1177/0003319716661069.
- [3]. Ervianto, I. W. (2005) Manajemen Proyek Konstruksi. III. Yogyakarta: Andi Offset.
- [4]. Jay, H. and Bender, B. (2011) Operation Management. 10th ed. Perason.
- [5]. Malik, A. (2018) 'Materi Kuliah Manajemen Konstruksi Gedung'. Peraturan Menteri (2016) 'Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia', in.
- [6]. Pulse of the Profession (2015) Capturing the Value of Project Management, Project Management Institute. Available at: https://www.pmi.org/-/media/pmi/documents/public/pdf/learning/thought-leadership/pulse/pulse-of-the-profession-2015.pdf?v=32696185-33f5-4fc0-93bb-1f339ad75d2e&sc_lang=temp=en.
- [7]. Rauf Thasia, F. (2018) Analisis Network Planning Dan Crash Program Serta Evaluasi Pengendalian Biaya (Cost Control) Pada Proyek Kantor Camat Matur, Kabupaten Agam, Provinsi Sumatera Barat. Universitas Riau.
- [8]. Render, B., Stair, R. M. and Hanna, M. E. (2012) Quantitative Analysis For Management.
- [9]. Setiawati, S., Syahrizal and Ariessa, R. (2017) 'Penerapan Metode CPM Dan PERT Pada Penjadwalan Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Rehabilitasi / Perbaikan Dan Peningkatan Infrastruktur Irigasi Daerah Lintas Kabupaten/Kota D.I Pekanbaru)', Jurnal Teknik Sipil USU, 6(1), pp. 1–14. Available at: <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/its/article/viewFile/16596/7011>.
- [10]. Taylor and Russell (2008) Operations Management. 7th ed. United States Of america: Courier/Kendallville.
- [11]. Zia, M. and Haq, U. (2017) 'Implementasi Critical Path Method (CPM) Untuk Mengurangi Resiko Penjadwalan (Project Case: it Project at PT Pertamina Indonesia)', (December). doi: 10.6084/m9.figshare.5732970.

