

ANALISIS WAKTU DAN BIAYA PADA PROYEK PENINGKATAN JALAN LINGKUNGAN RUNGKI KELURAHAN CIGEMBOR MENGGUNAKAN METODE CPM

Fany Laraswati¹, Uu Saepudin², Wahyu Sumarno³

¹²³Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Galuh

Email : fanylaraswati25@gmail.com, uusaepudin20@gmail.com, wahyu180587@gmail.com,

ABSTRACT

Generally, a project has a deadline, which means that the project must be completed before or exactly at a predetermined time. In the Rungki Environmental Road Improvement Project, Cigembor Village, in its implementation, it experienced delays which resulted in an increase in the duration of the project.

This research uses the CPM (Critical Path Method), by analyzing data to find the critical trajectory so that it can be known the optimal duration and what work is on the critical trajectory as well as cost estimation with the addition of working hours.

The results of the research on the Rungki Environmental Road Improvement Project in Cigembor Village took 28 days, after analysis using the CPM method and the duration acceleration with crashing obtained a duration of 19 days with an acceleration difference of 9 days. The estimated cost required for this project with the addition of working hours (overtime) for 3 hours there is an additional cost of Rp.70.628.039,47

Keywords: CPM, Project Acceleration, Cost Estimation

ABSTRAK

Umumnya, sebuah proyek memiliki tenggat waktu, yang berarti bahwa proyek tersebut harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Pada Proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki, Desa Cigembor, dalam pelaksanaannya mengalami keterlambatan yang mengakibatkan peningkatan durasi proyek.

Penelitian ini menggunakan CPM (Critical Path Method), dengan menganalisis data untuk menemukan lintasan kritis sehingga dapat diketahui durasi optimal dan pekerjaan apa yang ada pada lintasan kritis serta estimasi biaya dengan penambahan jam kerja.

Hasil penelitian Proyek Perbaikan Jalan Lingkungan Rungki di Desa Cigembor memakan waktu 28 hari, setelah dianalisis menggunakan metode CPM dan durasi percepatan dengan tabrakan diperoleh durasi 19 hari dengan selisih percepatan 9 hari. Estimasi biaya yang dibutuhkan untuk proyek ini dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam terdapat biaya tambahan sebesar Rp.70.628.039,47

Kata kunci : CPM, Percepatan proyek, Estimasi Biaya

I. PENDAHULUAN

Umumnya sebuah proyek memiliki batas waktu (deadline), yang berarti proyek tersebut harus selesai sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Tetapi pada kenyataannya banyak hal bisa terjadi di lapangan yang berakibat pada bertambahnya durasi proyek sehingga menyebabkan terjadinya keterlambatan. Salah satu cara untuk mengembalikan tingkat kemajuan proyek yang tertunda yaitu dengan melakukan analisis untuk durasi optimal sehingga dapat diketahui berapa lama proyek dapat diselesaikan.

Pada proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor terjadi keterlambatan waktu pelaksanaan pekerjaan. Terdapat beberapa faktor yang dapat mengakibatkan hal tersebut, salah satu yang paling sering terjadi yaitu karena hujan, bahan material tidak datang tepat waktu sehingga kegiatan konstruksi harus ditunda yang artinya suatu proyek pada saat pelaksanaan tidak selalu berjalan sesuai dengan rencana penjadwalan. Sehingga perlu dilakukan analisis untuk mengetahui pekerjaan yang kritis guna mendapatkan durasi optimal dengan percepatan waktu serta estimasi biaya yang akan dikeluarkan dengan penambahan jam kerja. Agar proyek selanjutnya tidak mengalami keterlambatan. Analisis Waktu dan Biaya Pada Proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor Menggunakan Metode *Critical Path Method* (CPM)

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juni 2023, yang menjadi objek penelitian adalah Proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor Kecamatan Ciamis Kabupaten Ciamis. Proyek tersebut diambil karena terjadi keterlambatan waktu pekerjaan.

B. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuantitatif, berupa perencanaan alternatif durasi optimal proyek dengan menggunakan metode CPM berdasarkan data yang didapatkan dari observasi dan juga wawancara. Data yang diperlukan dalam penelitian ini berupa data primer dan sekunder.

1. Data Primer

Data ini didapatkan dengan metode wawancara serta mengkaji kondisi existing proyek

2. Data Sekunder

Data sekunder merupakan data yang didapatkan secara tidak langsung atau melalui sumber lain yang sudah tersedia sebelum penyusun melakukan penelitian. Data tersebut bersumber dari CV. GRAHA CIPTA KREASINDO, diantaranya :

- Gambar kerja
- Time Schedule
- Laporan Mingguan
- RAB

C. Analisis Data

Data primer dan sekunder yang telah didapatkan akan dianalisis menggunakan metode CPM. Adapun tahapan analisis data sebagai berikut :

1. Pelaksanaan penelitian dimulai dengan menentukan urutan kegiatan proyek menggunakan metode CPM. Serta menentukan durasi untuk masing-masing tahap kegiatan.
2. Kemudian dilanjutkan dengan membuat *diagram network* untuk mengetahui keterkaitan antar kegiatan proyek.
3. Langkah berikutnya yaitu perhitungan maju dan mundur untuk menentukan *activity time*, yang mana hasil dari *activity time* dapat digunakan untuk menggunakan nilai *Total Float* (TF)
4. Dari hasil TF yang sudah dihitung, dapat dilihat pekerjaan mana saja yang terkena jalur kritis. Sehingga dapat dilakukan percepatan waktu proyek dengan

menjumlahkan durasi kegiatan pada jalur kritis dan didapatkan durasi optimal proyek dengan metode CPM.

5. Menganalisis waktu dan biaya *crasing* yaitu perhitungan untuk kegiatan-kegiatan yang berada pada jalur kritis.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Data Proyek

Proyek peningkatan jalan lingkungan rungki kelurahan cigembor kecamatan ciamis dilaksanakan selama 28 hari dengan nilai kontrak Rp. 4.279.358.000,00.

B. Penentuan Urutan Kegiatan

Penyusunan urutan pekerjaan ini berdasarkan dengan data urutan item pekerjaan yang dilakukan terlebih dahulu pada Proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor dengan kurva S. Kemudian menentukan *predecessor* atau hubungan ketergantungan masing-masing item pekerjaan dengan item pekerjaan yang lain.

Tabel 4.1 *Predecessor* Item Pekerjaan

Simbol	Item Pekerjaan	Durasi	Ketergantungan
A	Pekerjaan Umum		
A1	Mobilisasi	2	-
A2	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	28	-
A3	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	28	-
B	Pekerjaan Drainase		
B1	Galian untuk Selokan Drainase dan Saluran Air	3	A1
B2	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, Uk dalam 50cm x 50cm (precast)	1	B1
B3	Gorong-gorong Kotak Beton Bertulang, Uk dalam 100cm x 100cm (precast)	1	B1
B4	Saluran berbentuk U Uk. 30cm x 40cm (precast)	5	B1
C	Pekerjaan Tanah dan Geosintek		
C1	Galian Perkerasan Berbutir	4	A1

C2	Timbunan Pilihan dari Sumber Galian	4	C1
C3	Penyiapan Badan Jalan	4	C2
D	Pekerjaan Perkerasan Berbutir		
D1	Lapis Pondasi Agregat kelas B	8	C3
D2	Lapis Pondasi Agregat kelas B (Bahu Jalan)	2	D1
D3	Lapis Pondasi Agregat Semen Kelas A (Cement Treated Base = CTB)	6	C3
E	Pekerjaan Perkerasan Aspal		
E1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	7	D3
E2	Laston Lapis Aus Leveling (AC-WC)	7	E1
F	Pekerjaan Struktur		
F1	Pasangan Batu	3	B1

C. Perhitungan Kedepan Metode CPM

Menghitung perhitungan kedepan dilakukan dengan cara ES ditambah dengan masing-masing durasi item pekerjaan. Awal pekerjaan selalu dimulai dengan angka 0 (nol). Dengan rumus :

$$EF_{A1} = ES + d_{A1}$$

$$EF_{A1} = 0 + 2 = 2$$

$$EF_{B1} = EF_{A1} + d_{B1}$$

$$EF_{B1} = 2 + 3 = 5$$

Untuk perhitungan lebih jelasnya bisa dilihat pada tabel 4.2 di bawah.

Tabel 4.2 Perhitungan Kedepan

No	Simbol	ES	Durasi (Hari)	EF
1	A1	0	2	2
2	B1	2	3	5
3	B2	2	1	3
4	B3	2	1	3
5	B4	2	5	7
14	F1	2	3	5
6	C1	0	4	4
7	C2	4	4	8
8	C3	8	4	12
9	D1	12	8	20

10	D2	20	2	22
11	D3	12	6	18
12	E1	18	7	25
13	E2	25	7	32

(Sumber : Hasil Analisis Data. 2023)

D. Perhitungan Kebelakang Metode CPM

$$LS_{E2} = LF - d_{E2}$$

$$LS_{E2} = 32 - 7 = 25$$

$$LS_{E1} = LF_{E1} - d_{E1}$$

$$LS_{E1} = 25 - 7 = 18$$

Hasil perhitungan selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah.

Tabel 4.3 Perhitungan Kebelakang

No	Simbol	LF	Durasi (Hari)	LS
13	E2	32	7	25
12	E1	25	7	18
11	D3	18	6	12
10	D2	24	2	22
9	D1	22	8	14
8	C3	18	4	12
7	C2	12	4	8
6	C1	8	4	4
14	F1	8	3	3
5	B4	12	5	3
4	B3	4	1	3
3	B2	8	1	3
2	B1	3	3	0
1	A1	2	2	0

(Sumber : Hasil Analisis Data. 2023)

E. Perhitungan Total Slack/ Total Float

Perhitungan ini bertujuan untuk mencari jalur kritis atau pekerjaan apa saja yang kritis. Suatu item pekerjaan dapat dikatakan kritis apabila nilai *total slack* = 0.

Cara menghitung nilai *total slack* yaitu dengan rumus :

$$TS = LF - ES - \text{Durasi}$$

$$TS = 2 - 0 - 2 = 0$$

$$TS = LF_{B2} - ES_{B2} - d_{B2}$$

$$TS = 8 - 2 - 1 = 5$$

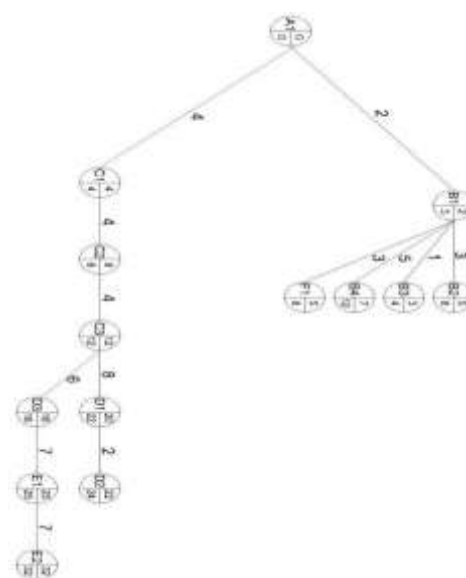
Tabel 4.4 Perhitungan Total Slack

Simbol	ES	EF	Durasi	LS	LF	Total Slack
A1	0	2	2	0	2	0
B1	2	5	3	0	3	1
B2	2	3	1	3	8	5
B3	2	3	1	3	4	1
B4	2	7	5	3	12	5
F1	2	5	3	3	8	3
C1	0	4	4	4	8	0
C2	4	8	4	8	12	0
C3	8	12	4	12	18	0
D1	12	20	8	14	22	2
D2	20	22	2	22	24	2
D3	12	18	6	12	18	0
E1	18	25	7	18	25	0
E2	25	32	7	25	32	0

(Sumber : Hasil Analisis Data. 2023)

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa item pekerjaan yang berada di jalur kritis diantaranya, A1(Mobilisasi), C1 (GalianPerkerasan Berbutir), C2 (Timbunan Pilihan dari Sumber Galian), C3 (Penyiapan Badan Jalan), D3 (Lapis Pondasi Agregat Semen Kelas A (Cement Treated Base = CTB), E1 (Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi), E2 (Laston Lapis Aus Leveling (AC-WC)).

F. Diagram Critical Path Method (CPM)



G. Perhitungan Waktu Percepatan Proyek

Berdasarkan diagram network CPM di atas, item pekerjaan pada proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor didapat jalur kritisnya yaitu A1-C1-C2-C3-D3-E1-E2. Perhitungan ini akan melakukan percepatan waktu proyek dengan penambahan jam kerja/lembur pada pekerjaan yang kritis selama 3 jam pada setiap hari kerjanya.

Tabel 4.6 Perhitungan Produktivitas Penambahan Jam Kerja (Lembur)

A1. MOBILISASI	
Produktivitas harian	$= \text{Volume} / \text{Durasi normal}$ $= 1,00 / 2$ $= 0,5 \text{ m}^2/\text{hari}$ $= \text{Produktivitas harian} / \text{Jam}$
Produktivitas / jam	kerjanormal $= 0,5 / 8$ $= 0,0625 \text{ m}^2/\text{hari/jam}$
Produktivitas sesudah <i>crashing</i>	$= 0,5 + (3 \times 0,0625 \times 1,3)$ $= 0,742 \text{ m}^2/\text{hari}$
<i>Crash duration</i>	$= \text{Volume} / \text{produktivitas sesudah crash}$ $= 1,00 / 0,742$ $= 1,35 \text{ hari}$
C1. PEK. GALIAN PERKERASAN BERBUTIR	
Produktivitas harian	$= \text{Volume} / \text{Durasi normal}$ $= 1.449,66 / 4$ $= 362,41 \text{ m}^2/\text{hari}$ $= \text{Produktivitas harian} / \text{Jam}$
Produktivitas / jam	kerjanormal $= 362,41 / 8$ $= 45,30 \text{ m}^2/\text{hari/jam}$
Produktivitas sesudah <i>crashing</i>	$= 362,41 + (3 \times 45,30 \times 1,3)$ $= 539,08 \text{ m}^2/\text{hari}$
<i>Crash duration</i>	$= \text{Volume} / \text{produktivitas sesudah crash}$ $= 1.449,66 / 539,08$ $= 2,68 \text{ hari}$
C2. TIMBUNAN PILIHAN DARI SUMBER GALIAN	
Produktivitas harian	$= \text{Volume} / \text{Durasi normal}$ $= 1.023,71 / 4$ $= 255,92 \text{ m}^2/\text{hari}$ $= \text{Produktivitas harian} / \text{Jam}$
Produktivitas / jam	kerja normal $= 255,92 / 8$ $= 31,99 \text{ m}^2/\text{hari/jam}$
Produktivitas sesudah <i>crashing</i>	$= 255,92 + (3 \times 31,99 \times 1,3)$ $= 380,68 \text{ m}^2/\text{hari}$
<i>Crash duration</i>	$= \text{Volume} / \text{produktivitas sesudah crash}$

$$= 1.023,71 / 380,68$$

$$= 2,68 \text{ hari}$$

C3. PEK. PENYIAPAN BADAN JALAN

Produktivitas harian	$= \text{Volume} / \text{Durasi normal}$ $= 6.499,00 / 4$ $= 1.624,75 \text{ m}^2/\text{hari}$ $= \text{Produktivitas harian} / \text{Jam}$
Produktivitas / jam	kerja normal $= 1.624,75 / 8$ $= 203,1 \text{ m}^2/\text{hari/jam}$
Produktivitas sesudah <i>crashing</i>	$= 1.624,75 + (3 \times 203,1 \times 1,3)$ $= 2.416,84 \text{ m}^2/\text{hari}$
<i>Crash duration</i>	$= \text{Volume} / \text{produktivitas sesudah crash}$ $= 6.499,00 / 2.416,84$ $= 2,68 \text{ hari}$

D3. PEK. LAPIS PONDASI AGREGAT SEMEN (CTB)

Produktivitas harian	$= \text{Volume} / \text{Durasi normal}$ $= 1.477,27 / 6$ $= 246,21 \text{ m}^2/\text{hari}$ $= \text{Produktivitas harian} / \text{Jam}$
Produktivitas / jam	kerja normal $= 246,21 / 8$ $= 18,28 \text{ m}^2/\text{hari/jam}$
Produktivitas sesudah <i>crashing</i>	$= 246,21 + (3 \times 18,28 \times 1,3)$ $= 317,50 \text{ m}^2/\text{hari}$
<i>Crash duration</i>	$= \text{Volume} / \text{produktivitas sesudah crash}$ $= 1.477,27 / 317,50$ $= 4,05 \text{ hari}$

E1. LAPIS RESAP PENGIKAT - ASPAL CAIR/EMULSI

Produktivitas harian	$= \text{Volume} / \text{Durasi normal}$ $= 7.764,80 / 7$ $= 1.109,2 \text{ Liter/hari}$ $= \text{Produktivitas harian} / \text{Jam}$
Produktivitas / jam	kerja normal $= 1.109,2 / 8$ $= 138,65 \text{ liter/hari/jam}$
Produktivitas sesudah <i>crashing</i>	$= 1.109,2 + (3 \times 138,65 \times 1,3)$ $= 1.649,93 \text{ liter/hari}$
<i>Crash duration</i>	$= \text{Volume} / \text{produktivitas sesudah crash}$ $= 7.764,80 / 1.649,93$ $= 4,7 \text{ hari}$

E2. LASTON LAPIS AUS LEVELING (AC-WC)

Produktivitas harian	= Volume / Durasi normal = 965,16 / 7 = 137,88 ton/hari = Produktivitas harian / Jam
Produktivitas / jam	kerja normal = 137,88 / 8 = 17,23 ton /hari/jam
Produktivitas sesudah crashing	= 137,88 + (3 x 17,23 x 1,3) = 205,1 ton/hari = Volume / produktivitas sesudah crash = 965,16 / 205,1 = 4,7 hari

(Sumber : Hasil Analisis Data. 2023)

Tabel 4.7 Rekapitulasi Durasi Normal dan Durasi Crash (Lembur)

No	Item Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Crash	Selisih Percepatan
A1	Mobilisasi	2	2	0
C1	Galian Perkerasan berbutir	4	3	1
C2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	4	3	1
C3	Penyiapan Badan Jalan	4	3	1
D3	Lapis Fondasi Agregat Semen Kelas A (Cement Treated Base = CTB)	6	4	2
E1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	7	5	2
E2	Laston Lapis Aus Leveling (AC-WC)	7	5	2
	Jumlah			9

(Sumber : Hasil Analisis Data. 2023)

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa setelah dilakukan penambahan jam kerja (lembur) pada setiap item pekerjaan yang kritis, proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor dapat selesai 9 hari lebih cepat dari waktu rencana.

H. Perhitungan Penambahan Biaya

Standar untuk perhitungan penambahan biaya berdasarkan percepatan, yaitu :

- Upah pekerja diambil 15%
- Sesuai dengan Undang – undang No. 13 Tahun 2003 tentang ketenagakerjaan pasal 78 ayat (2), (4), pasal 85 dan lebih lengkapnya diatur dalam Kepmenakertrans No. 102/MEN/VI/2004 bahwa upah kerja jam lembur adalah 1,5 x Gaji per jam, kemudian 2 jam selanjutnya adalah 2 x gaji per jam.
- Penambahan 3 jam kerja (lembur)

Tabel 4.8 Perhitungan Penambahan Biaya Jam Lembur

A1. MOBILISASI	
Biaya kegiatan	= Rp. 14.715.000,00
Biaya upah pekerja	= 15% x Biaya kegiatan = 15% x Rp. 14.715.000,00 = Rp. 2.207.250,00
Durasi crash	= 2 hari = Biaya upah pekerja / Durasi pekerjaan normal = Rp 2.207.250,00/ 2 = Rp. 1.103.625,00
Biaya upah / jam	= Biaya upah per hari / 8 = Rp. 1.103.625,00/ 8 = Rp. 137.953,13
Biaya lembur 3 jam	= (1,5 x upah per jam) + (2 x (2 x upah per jam)) = (1,5 x Rp. 137.953,13) + (2 x (2 x Rp. 137.953,13)) = (Rp. 206.929,68) + (Rp.551.812,48) = Rp. 758.742,19
Biaya upah / hari + lemburan	= Biaya upah per hari + Biaya lembur 3 jam = Rp. 1.103.625,00+ Rp. 758.742,19 = Rp. 1.862.367,19
Biaya crash	= Biaya upah per hari + lemburan x durasi crash = Rp. 1.862.367,19 x 2 = Rp. 3.724.734,38

$$\begin{aligned} &= \text{Biaya kegiatan } \textit{crashing} - \text{Biaya upah pekerja} / \\ &\quad \text{Durasi pekerjaan normal} - \text{Durasi } \textit{crashing} \\ \text{Slope biaya} &= \frac{\text{Rp.3.724.734,38} - \text{Rp.2.207.250,00}}{2-2} \\ &= 0 \end{aligned}$$

C1. GALIAN PERKERASAN BERBUTIR

$$\begin{aligned} \text{Biaya kegiatan} &= \text{Rp. 55.508.380,19} \\ \text{Biaya upah pekerja} &= 15\% \times \text{Biaya kegiatan} \\ &= 15\% \times \text{Rp. 55.508.380,19} \\ &= \text{Rp. 8.326.257,03} \\ \text{Durasi } \textit{crash} &= 3 \text{ hari} \\ \text{Biaya upah / hari} &= \text{Biaya upah pekerja} / \text{Durasi pekerjaan normal} \\ &= \text{Rp. 8.326.257,03} / 4 \\ &= \text{Rp. 2.081.564,26} \\ \text{Biaya upah / jam} &= \text{Biaya upah per hari} / 8 \\ &= \text{Rp. 2.081.564,26} / 8 \\ &= \text{Rp. 260.195,53} \\ \text{Biaya lembur 3 jam} &= (1,5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times (2 \times \text{upah per jam})) \\ &= (1,5 \times \text{Rp. 260.195,53}) + (2 \times (2 \times \text{Rp. 260.195,53})) \\ &= \text{Rp. 1.431.075,43} \\ \text{Biaya upah / hari + lemburan} &= \text{Biaya upah per hari} + \text{Biaya lembur 3 jam} \\ &= \text{Rp. 2.081.564,26} + \text{Rp. 1.431.075,43} \\ &= \text{Rp. 3.512.639,68} \\ \text{Biaya } \textit{crash} &= \text{Biaya upah per hari} + \text{lemburan} \times \text{durasi } \textit{crash} \\ &= \text{Rp. 3.512.639,68} \times 3 \\ &= \text{Rp. 10.537.919,05} \\ \text{Slope biaya} &= \text{Biaya kegiatan } \textit{crashing} - \text{Biaya upah pekerja} / \\ &\quad \text{Durasi pekerjaan normal} - \text{Durasi } \textit{crashing} \\ &= \frac{\text{Rp.10.537.919,05} - \text{Rp.8.326.257,03}}{4-3} \\ &= \text{Rp. 2.211.662,02} \end{aligned}$$

C2. TIMBUNAN PILIHAN DARI SUMBER GALIAN

$$\begin{aligned} \text{Biaya kegiatan} &= \text{Rp. 282.223.549,01} \\ \text{Biaya upah pekerja} &= 15\% \times \text{Biaya kegiatan} \\ &= 15\% \times \text{Rp. 282.223.549,01} \\ &= \text{Rp. 42.333.532,35} \\ \text{Durasi } \textit{crash} &= 3 \text{ hari} \\ \text{Biaya upah / hari} &= \text{Biaya upah pekerja} / \text{Durasi pekerjaan normal} \\ &= \text{Rp. 42.333.532,35} / 4 \\ &= \text{Rp. 10.583.383,09} \\ \text{Biaya upah / jam} &= \text{Biaya upah per hari} / 8 \\ &= \text{Rp. 10.583.383,09} / 8 \\ &= \text{Rp. 1.322.922,89} \\ \text{Biaya lembur 3 jam} &= (1,5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times (2 \times \text{upah per jam})) \\ &= (1,5 \times \text{Rp. 1.322.922,89}) + (2 \times (2 \times \text{Rp. 1.322.922,89})) \\ &= \text{Rp. 7.276.075,87} \\ \text{Biaya upah / hari + lemburan} &= \text{Biaya upah per hari} + \text{Biaya lembur 3 jam} \\ &= \text{Rp. 10.583.383,09} + \text{Rp. 7.276.075,87} \\ &= \text{Rp. 17.859.458,96} \\ \text{Biaya } \textit{crash} &= \text{Biaya upah per hari} + \text{lemburan} \times \text{durasi } \textit{crash} \\ &= \text{Rp. 17.859.458,96} \times 3 \\ &= \text{Rp. 53.578.376,88} \\ \text{Slope biaya} &= \text{Biaya kegiatan } \textit{crashing} - \text{Biaya upah pekerja} / \\ &\quad \text{Durasi pekerjaan normal} - \text{Durasi } \textit{crashing} \\ &= \frac{\text{Rp.53.578.376,88} - \text{Rp.42.333.532,35}}{4-3} \\ &= \text{Rp. 11.244.844,53} \end{aligned}$$

C3. PENYIAPAN BADAN JALAN

$$\begin{aligned} \text{Biaya kegiatan} &= \text{Rp. 22.038.109,00} \\ \text{Biaya upah pekerja} &= 15\% \times \text{Biaya kegiatan} \\ &= 15\% \times \text{Rp. 22.038.109,00} \\ &= \text{Rp. 3.305.716,35} \\ \text{Durasi } \textit{crash} &= 3 \text{ hari} \\ \text{Biaya upah / hari} &= \text{Biaya upah pekerja} / \text{Durasi pekerjaan normal} \\ &= \text{Rp. 3.305.716,35} / 4 \\ &= \text{Rp. 826.429,09} \\ \text{Biaya upah / jam} &= \text{Biaya upah per hari} / 8 \\ &= \text{Rp. 826.429,09} / 8 \\ &= \text{Rp. 103.303,64} \\ \text{Biaya lembur 3 jam} &= (1,5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times (2 \times \text{upah per jam})) \\ &= (1,5 \times \text{Rp. 103.303,64}) + (2 \times (2 \times \text{Rp. 103.303,64})) \\ &= \text{Rp. 568.170,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah / hari} &= \text{Biaya upah per hari} + \text{Biaya} \\ + \text{lemburan} &\text{ lembur 3 jam} \\ &= \text{Rp. } 826.429,09 + \text{Rp } 568.170,00 \\ &= \text{Rp. } 1.394.599,09 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya crash} &= \text{Biaya upah per hari} + \text{lemburan x} \\ &\text{durasi crash} \\ &= \text{Rp } 1.394.599,09 \times 3 \\ &= \text{Rp. } 4.183.797,26 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Slope biaya} &= \text{Biaya kegiatan crashing} - \text{Biaya} \\ &\text{upah pekerja /} \\ &\text{Durasi pekerjaan normal} - \text{Durasi} \\ &\text{crashing} \\ &= \frac{\text{Rp. } 4.183.797,26 - \text{Rp. } 3.305.716,35}{4-3} \\ &= \text{Rp. } 878.080,91 \end{aligned}$$

D3. LAPIS FONDASI AGREGAT SEMEN KELAS A (CEMENT TREATED BASE = CTB)

$$\begin{aligned} \text{Biaya kegiatan} &= \text{Rp. } 856.248.100,85 \\ \text{Biaya upah} &= 15\% \times \text{Biaya kegiatan} \\ \text{pekerja} &= 15\% \times \text{Rp. } 856.248.100,85 \\ &= \text{Rp. } 128.737.215,13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi crash} &= 4 \text{ hari} \\ \text{Biaya upah / hari} &= \text{Biaya upah pekerja / Durasi} \\ &\text{pekerjaan normal} \\ &= \text{Rp. } 128.737.215,13 / 6 \\ &= \text{Rp. } 21.456.202,52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah / jam} &= \text{Biaya upah per hari / 8} \\ &= \text{Rp. } 21.456.202,52 / 8 \\ &= \text{Rp. } 2.682.025,32 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya lembur 3} &= (1,5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times (2 \times \\ \text{jam} &\text{upah per jam})) \\ &= (1,5 \times \text{Rp. } 2.682.025,32) + (2 \times (2 \\ &\times \text{Rp. } 2.682.025,32)) \\ &= \text{Rp. } 14.751.139,23 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya upah / hari} &= \text{Biaya upah per hari} + \text{Biaya} \\ + \text{lemburan} &\text{ lembur 3 jam} \\ &= \text{Rp. } 21.456.202,52 + \text{Rp.} \\ &14.751.139,23 \\ &= \text{Rp. } 36.207.341,75 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya crash} &= \text{Biaya upah per hari} + \text{lemburan x} \\ &\text{durasi crash} \\ &= \text{Rp } 36.207.341,75 \times 4 \\ &= \text{Rp. } 144.829.367,02 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Slope biaya} &= \text{Biaya kegiatan crashing} - \text{Biaya} \\ &\text{upah pekerja /} \\ &\text{Durasi pekerjaan normal} - \text{Durasi} \\ &\text{crashing} \\ &= \frac{\text{Rp. } 144.829.367,02 - \text{Rp. } 128.737.215,13}{6-4} \\ &= \text{Rp. } 8.046.075,95 \end{aligned}$$

(Sumber : Hasil Analisis Data. 2023)

Tabel 4.9 Rekap Biaya Normal dan Slope Biaya

No	Item Pekerjaan	Biaya Normal	Slope Biaya
A1	Mobilisasi	Rp.14.715.000,00	0
C1	Galian Perkerasan berbutir	Rp 55.508.380,19	Rp2.211.662,02
C2	Timbunan Pilihan dari sumber galian	Rp282.223.549,01	Rp11.244.844,53
C3	Penyiapan Badan Jalan	Rp. 22.038.109,00	Rp. 878.08,91
D3	Lapis Fondasi Agregat Semen Kelas A (Cement Treated Base = CTB)	Rp. 856.248.100,85	Rp. 8.046.075,95
E1	Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi	Rp 297,943,994.93	Rp24,789,871.45
E2	Laston Lapis Aus Leveling (AC-WC)	Rp1,523,037,980.47	Rp23,457,504.61
Jumlah			Rp.70.628.039,47

(Sumber : Hasil Analisis Data. 2023)

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui bahwa dengan penambahan jam kerja selama 3 jam pada pekerjaan kritis memerlukan biaya sebesar Rp.70.628.039,47 lebih tinggi dibanding dengan biaya normal. Bisa dilihat juga dalam tabel ada item pekerjaan yang nilai slope biayanya 0, itu artinya pekerjaan tersebut tidak bisa dikatakan sebagai percepatan karena durasi normal dan durasi *crashing* memiliki total durasi yang sama.

Kemudian untuk waktu pelaksanaan proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor berdasarkan perhitungan *crashing* dengan penambahan jam kerja selama 3 jam, pelaksanaan proyek tersebut bisa selesai 9 hari lebih cepat dari waktu rencana selama 28 hari.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan terhadap penjadwalan proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor dengan menggunakan metode *Critical Path Method*, hasil pengolahan data, analisis serta pembahasan maka dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa :

1. Durasi optimal pada pelaksanaan proyek menggunakan *Critical Path Method* yaitu selama 19 hari sedangkan waktu pelaksanaan proyek menurut data Time Schedule Proyek tersebut selesai 28 hari, artinya mengalami percepatan 9 hari. Terdapat beberapa pekerjaan yang kritis diantaranya, A1 (Mobilisasi), C1 (Galian Perkerasan Berbutir), C2 (Timbunan Pilihan dari Sumber Galian), C3 (Penyiapan Badan Jalan), D3 (Lapis Pondasi Agregat Semen Kelas A (Cement Treated Base = CTB), E1 (Lapis Resap Pengikat - Aspal Cair/Emulsi), E2 (Laston Lapis Aus Leveling (AC-WC).
2. Estimasi biaya pada proyek Peningkatan Jalan Lingkungan Rungki Kelurahan Cigembor, setelah dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam pada item pekerjaan yang

kritis memerlukan penambahan biaya lebih tinggi sebesar Rp.70.628.039,47

B. SARAN

Saran yang dapat disampaikan diantaranya :

1. Dari hasil analisis percepatan dengan *Critical Path Method*, durasi serta biaya optimum yang diperoleh dapat dipertimbangkan dalam pelaksanaan proyek berikutnya pihak pelaksana akan diuntungkan dengan waktu penyelesaian proyek yang dapat selesai lebih cepat serta menekan biaya seminimum mungkin.
2. Penelitian ini mungkin dapat menjadi opsi pertimbangan kepada pihak pelaksana guna melakukan percepatan proyek dengan metode jam lembur pada proyek selanjutnya. Ada beberapa alternatif percepatan lainnya dapat berupa penambahan jam kerja lembur, penambahan tenaga kerja, penambahan alat, penambahan grup/time kerja atau dengan shift kerja.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Abas, N. P., Sompie, T. P., Sampe, A., & Runtuwuwu, S. Analisa Waktu Pelaksanaan dan Biaya Menggunakan Metode CPM dan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Forensik Polda Sulut.
- Agustiar, I., & Handrianto, R. (2018). Evaluasi Penjadwalan Proyek Menggunakan Metode CPM Dan Kurva S. *Wahana Teknik*, 7(2), 99-105.
- Ir. Irika Widiasanti, M.T. dan Lenggogeni, M.T.. (2013). Manajemen Konstruksi. Jakarta: PT. REMAJA ROSDAKARYA.
- Jalil, A. J. (2022). Analisis Jadwal Dan Biaya Proyek Menggunakan Critical Path Method (CPM). *Tugas Akhir*. Universitas Galuh. Ciamis.

Kusnadi, E. (2012). Activity Network Diagram (Bagian Kedua) - Prosedur Penjadwalan Proyek.

Malifa, Y., Dundu, A. K., & Malingkas, G. Y. (2019). Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus: Pembangunan Rusun Iain Manado). *Jurnal Sipil Statik*, 7(6).

Maskur, A., & Saadudin, M. (2019). Evaluasi Pengendalian Waktu Dan Biaya Menggunakan Metode Pert Pada Pelaksanaan Pembangunan Jembatan Di Kabupaten Ciamis: Array. *Jurnal Ilmu Sipil (JALUSI)*, 1(1), 16-35.

Maulana, A. B. A., & Sutarto, A. (2020). Analisis Percepatan Waktu Dan Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur). *Seminar Nasional Teknik Sipil X 2020*.

Ratih, A., Zakia, Z., & Sari, D. P. (2022). Upaya Percepatan Waktu Penyelesaian pada Proyek Peningkatan Jalan Menggunakan Metode CPM dan Pert. *Journal of The Civil Engineering Student*, 4(1), 85-91.

Rizki, F. H. (2022). Optimalisasi Waktu Pada Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Cpm Dan Pert. *Tugas Akhir*. Universitas Galuh. Ciamis.

Sahril, S. (2022). Analisis Manajemen Waktu Menggunakan Metode CPM Dan PERT Pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Pekanbaru-Bangkinang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Riau).

