

## Analisa Waktu Pelaksanaan dan Biaya Menggunakan Metode CPM dan Metode *Crashing* Pada Proyek Pembangunan Laboratorium Forensik Polda Sulut

Nazilah P. Abas<sup>1</sup>, Tampanatu P. F. Sompie<sup>2\*</sup>, Aris Sampe<sup>3</sup>, Sherley Runtuu<sup>4</sup>

<sup>1,3,4</sup>Program Studi Konstruksi Bangunan Gedung, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Kota Manado

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Jalan Jembatan, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Kota Manado

E-mail: [tampanatu.sompie@polimdo.ac.id](mailto:tampanatu.sompie@polimdo.ac.id)

### Abstrak

Pada masa pelaksanaan proyek konstruksi sering terjadi ketidaksesuaian antara jadwal rencana dan realisasi di lapangan yang dapat mengakibatkan pertambahan waktu pelaksanaan dan pembengkakan biaya pelaksanaan sehingga penyelesaian proyek menjadi terhambat. Maka dari itu diperlukan percepatan penyelesaian proyek, alternatif percepatan dapat berupa penambahan jam lembur, penggunaan alat yang produktif, penambahan jumlah pekerja, penggunaan material yang cepat pemasangannya dan metode konstruksi yang lebih cepat. Pelaksanaan yang mengalami keterlambatan perlu dilakukan percepatan. Analisis yang dilakukan pada penelitian ini dengan mempersingkat waktu pelaksanaan proyek dengan alternatif penambahan 3 jam kerja (lembur) pada kegiatan-kegiatan kritis yang didapat dari analisi jaringan kerja berupa CPM. Hasil yang didapatkan adalah durasi setelah percepatan yaitu 18 minggu atau 126 hari kerja atau lebih cepat 18,18% dari durasi normal yaitu 22 minggu atau 154 hari kerja, sedangkan biaya upah tenaga kerja setelah percepatan mengalami peningkatan dari biaya normal sebesar Rp. 47.750.000,00 menjadi Rp. 88.737.716,76.

**Kata kunci:** critical path method, crashing, jam kerja (lembur)

### Abstract

During the implementation of the construction project, there was a mismatch between the schedule and realization in the field which could result in additional time and cost overruns so that project completion became frequent. Therefore, it is necessary to accelerate project completion, alternative acceleration can be in the form of increasing overtime hours, using productive tools, increasing the number of workers, using faster materials and faster construction methods. Implementation that is delayed needs to be accelerated. The analysis carried out in this study was to shorten the project implementation time with an additional 3 hours of work (overtime) on critical activities obtained from network analysis in the form of CPM. The results obtained are the duration after the acceleration is 18 weeks or 126 working days or 18.18% faster than the normal duration, which is 22 weeks or 154 working days, while the cost of labor wages after the acceleration has increased from the normal cost of Rp. 47,750,000.00 to Rp. 88,737,716.76.

**Keywords:** critical path method, crashing, overtime

## 1. PENDAHULUAN

Proyek pembangunan Laboratorium Forensik merupakan proyek milik Puslabfor Bareskrim Polri yang dilaksanakan oleh PT. Adhicon Perkasa dan diawasi oleh PT. Prada Cipta Areco, berlokasi di kawasan Sekolah Polisi Negara Manado, proyek dibangun diatas lahan sekitar 6.000 m<sup>2</sup> dengan beberapa gedung yang akan dibangun. Sesuai rencana dalam *Master Schedule* Proyek Laboratorium Forensik Polda Sulut diharapkan bisa selesai dalam durasi waktu 52 minggu atau 364 hari namun dalam aktualisasi pelaksanaannya berbagai macam faktor mempengaruhi progres pelaksanaan sehingga mengakibatkan beberapa pekerjaan mundur dari yang direncanakan dan berpengaruh terhadap jadwal pekerjaan lainnya.

Untuk mengoptimalisasi waktu pelaksanaan proyek diperlukan suatu upaya dalam hal meningkatkan efektifitas pelaksanaan, metode yang bisa digunakan yaitu CPM (*Critical Path Methode*) dan Metode *Crashing* karena berkaitan dengan penjadwalan, formulasi dan percepatan. Metode CPM berfokus dengan menentukan lintasan jalur kritis sedangkan Metode *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis.

Menurut Maulana dan Sutarto (2020); Kartikasari, dkk (2021); Sulisty, dkk (2021); Putri, dkk (2021) dengan penambahan jam kerja (lembur) waktu pelaksanaan proyek menjadi lebih cepat dari waktu pelaksanaan awal dan biaya menjadi lebih besar dari biaya normal, sedangkan menurut Novianto, dkk (2021) dengan penambahan jam kerja (lembur) dapat mengatasi keterlambatan dengan waktu pelaksanaan proyek dipercepat serta biaya menjadi lebih kecil dari biaya normal. Anggara dan Namara (2021); Sa'adah, dkk (2021) menyatakan bahwa dengan alternatif percepatan penambahan tenaga kerja dan jam kerja (lembur) didapat hasil analisis dengan kedua alternatif sistem penambahan jam kerja (lembur 3 jam) merupakan alternatif program *crashing* yang lebih efisien dan ekonomis, karena dengan menerapkan sistem tersebut durasi lebih cepat dan anggaran total biaya proyek lebih murah. Menurut Violita (2020) alternatif yang lebih ekonomis untuk menyelesaikan proyek ialah penambahan tenaga kerja dibandingkan dengan penambahan jam kerja (lembur). Sulisty, dkk (2021); Putri, dkk (2021) menyatakan bahwa dengan penambahan tenaga kerja biaya menjadi lebih murah dibanding penambahan jam kerja (lembur) tetapi durasi waktunya lebih lama dengan penambahan tenaga kerja.

## **2. METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan pada penelitian ini dengan observasi lapangan dan mengumpulkan data-data proyek yang diperoleh dari kontraktor pelaksana dan konsultan pengawas. Kemudian melakukan identifikasi faktor-faktor keterlambatan yang terjadi pada pelaksanaan di proyek. Langkah selanjutnya adalah membuat jaringan kerja untuk menentukan jalur kritis menggunakan metode CPM (*Critical Path Method*) dan dianalisis menggunakan metode *Crashing* yang hasilnya digunakan sebagai kesimpulan dari penelitian yang dilakukan.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Proyek Pembangunan Laboratorium Forensik Polda Sulut Manado berlokasi di Kota Manado, Sulawesi Utara, dengan nilai kontrak Rp. 33.130.000.000,00 dan waktu pelaksanaan

354 hari kerja dengan masa pemeliharaan 6 bulan setelah selesai proyek. Pada pelaksanaan pekerjaan ini terdapat keterlambatan waktu pekerjaan dari alokasi waktu yang direncanakan, sehingga perlu diadakan percepatan agar proyek dapat selesai sesuai durasi normal perencanaan. Pada penelitian ini hanya difokuskan pada pekerjaan struktur tanah dan pondasi gedung laboratorium dengan durasi 22 minggu atau 154 hari kerja.

**Tabel 1.** Rincian Anggaran Biaya Pekerjaan Tanah dan Pondasi

NO	PEKERJAAN	HARGA
<b>PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI</b>		
1	PEK. PENGURUGAN LAHAN	Rp 591.608.168,08
2	PEKERJAAN TIANG PANCANG UK. 25x25	Rp 767.602.000,00
3	PEK. PILE CAP TYPE-P1 ; 4 ttk	Rp 4.501.510,05
4	PEK. PILE CAP TYPE-P2 ; 16 ttk	Rp 31.582.566,56
5	PEK. PILE CAP TYPE-P3 ; 4 ttk	Rp 11.672.020,25
6	PEK. PILE CAP TYPE-P4 ; 8 ttK	Rp 29.415.723,92
7	PEK. PONDASI TURAP	Rp 401.143.149,61
8	PENGERJAAN TIE BEAM TB1 30 X 50	Rp 228.309.725,60
9	PENGERJAAN TB2 20 X 30	Rp 54.109.753,00
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 2.119.944.617,06</b>

**Tabel 2.** Daftar Harga Upah Pekerja

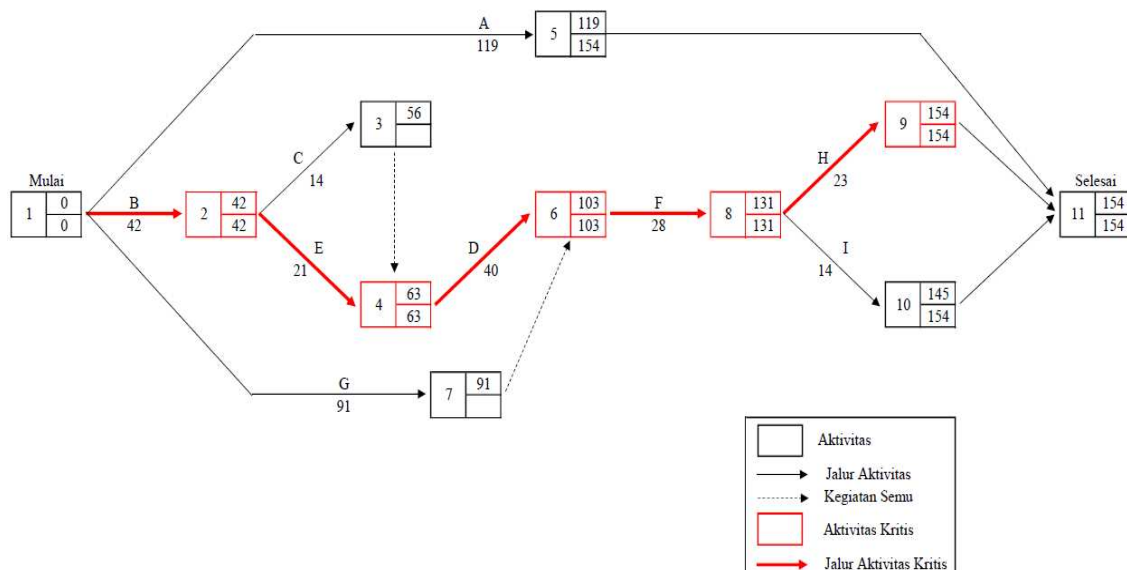
Jenis Upah	Harga
Mandor	Rp 175.000
Tukang batu	Rp 125.000
Tukang besi	Rp 125.000
Tukang gali	Rp 125.000
Pekerja	Rp 100.000

### Penentuan Jalur Kritis

Dalam menentukan jalur kritis pekerjaan diperlukan penjadwalan jaringan kerja yang menjelaskan ketergantungan antar pekerjaan satu dengan yang lainnya yaitu menentukan pekerjaan terdahulu dan pekerjaan selanjutnya berdasarkan logika pekerjaan beserta durasi pekerjaan masing-masing. Dari tabel 3 dapat dilihat seluruh aktivitas yang akan dibuat diagram jalur kritisnya dengan aktifitas pendahulu serta durasi pekerjaan yang telah ditentukan terlebih dahulu sesuai dengan perencanaan awal proyek. Berikut adalah desain bagan aktivitas jalur kritis

**Tabel 3.** Aktivitas Pekerjaan

Kode	Jenis Pekerjaan	Pendahulu	Durasi (Hari)
<b>PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI</b>			
A	Pek. Pengurugan Lahan	-	119
B	Pekerjaan Tiang Pancang Uk. 25x25	-	42
C	Pek. Pile Cap Type-P1 ; 4 Ttk	B	14
D	Pek. Pile Cap Type-P2 ; 16 Ttk	E	40
E	Pek. Pile Cap Type-P3 ; 4 Ttk	B	21
F	Pek. Pile Cap Type-P4 ; 8 Ttk	D	28
G	Pek. Pondasi Turap	-	91
H	Pengerjaan Tie Beam Tb1 30 X 50	F	23
I	Pengerjaan Tb2 20 X 30	F	14



**Gambar 1.** Aktivitas Jalur Kritis

Dari desain jalur kritis yang telah dilakukan didapatkan hasil seperti pada tabel 4.

Jalur kritis pada pekerjaan struktur tanah dan pondasi adalah :

$$\begin{aligned}
 &= B+E+D+F+H \\
 &= 42+21+40+28+23 \\
 &= 154
 \end{aligned}$$

Total waktu normal pekerjaan struktur tanah dan pondasi adalah 154 hari.

**Tabel 4.** Rekapitulasi Aktivitas Kritis

Kode	Jenis Pekerjaan	Aktivitas Pendahulu	Durasi (Hari)	ES	EF	LS	LF	TF
B	Pekerjaan Tiang Pancang Uk. 25x25	-	42	0	42	0	10	0
E	Pek. Pile Cap Type-P3 ; 4 Ttk	B	21	42	63	42	63	0
D	Pek. Pile Cap Type-P2 ; 16 Ttk	E	40	63	103	63	103	0
F	Pek. Pile Cap Type-P4 ; 8 Ttk	D	28	103	131	103	131	0
H	Pengerjaan Tie Beam Tb1 30 X 50	F	23	131	154	131	154	0

### Percepatan Proyek

Berdasarkan aktivitas pekerjaan kritis yang didapatkan, selanjutnya akan dilakukan percepatan dengan penambahan 3 jam kerja (lembur), pekerjaan yang akan dipercepat (*Crashing*) dapat dilihat pada tabel 5.

**Tabel 5.** Aktivitas Pekerjaan yang akan di *Crashing*

No	ITEM PEKERJAAN	Volume		Durasi (Hari)	Harga
D	PEK. PILE CAP TYPE-P2 ; 16 ttk.			40	<b>Rp 31.582.567</b>
	Galian Tanah	15,40	m3	7	Rp 1.242.151,96
	Pasir Urug 10 cm	1,86	m3	5	Rp 595.543,42
	Lantai Kerja 5 cm	0,93	m3	5	Rp 929.989,63
	Beton K-300	8,40	m3	6	Rp 10.301.125,04
	Pembesian	960,28	kg	12	Rp 12.139.169,77
	Bekisting Batako	41,44	m2	5	Rp 6.374.586,74
E	PEK. PILE CAP TYPE-P3 ; 4 ttk.			21	<b>Rp 11.672.020</b>
	Galian Tanah	4,74	m3	4	Rp 381.872,95
	Pasir Urug 10 cm	0,65	m3	2	Rp 208.167,45
	Lantai Kerja 5 cm	0,32	m3	2	Rp 325.070,46
	Beton K-300	3,65	m3	4	Rp 4.471.178,80
	Pembesian	333,30	kg	5	Rp 4.213.374,59
	Bekisting Batako	13,47	m2	4	Rp 2.072.356,00
F	PEK. PILE CAP TYPE-P4 ; 8 ttk.			28	<b>Rp 29.415.724</b>
	Galian Tanah	15,10	m3	5	Rp 1.217.832,72
	Pasir Urug 10 cm	1,62	m3	3	Rp 521.100,49
	Lantai Kerja 5 cm	0,81	m3	3	Rp 813.740,93
	Beton K-300	9,60	m3	5	Rp 11.772.714,33
	Pembesian	812,13	kg	7	Rp 10.266.323,87
	Bekisting Batako	31,36	m2	5	Rp 4.824.011,58
H	PEKERJAAN TIE BEAM TB1 30 X 50			23	<b>Rp 228.309.726</b>

	Galian Tanah	109,40	m3	5	Rp 8.821.328,63
	Pasir Urug 10 cm	17,37	m3	3	Rp 5.571.988,94
	Lantai Kerja 5 cm	5,21	m3	3	Rp 5.220.669,18
	Beton K-300	52,10	m3	5	Rp 63.885.370,10
	Pembesian	7.229,23	kg	4	Rp 91.386.286,38
	Bekisting Batako	347,30	m2	3	Rp 53.424.082,37
<b>Total</b>					<b>Rp 300.980.036</b>

**a. Analisa Kenutuhan Tenaga Kerja**

Perhitungan kebutuhan tenaga kerja pada pekerjaan galian tanah pondasi P2, sebagai berikut

Volume pekerjaan = 15,40 m<sup>3</sup>

- Koefisien tenaga kerja

Mandor = 0,050

Tukang gali = 0,300

Pekerja = 0,250

(Nilai koefisien diperoleh dari AHS biaya proyek)

- Upah

Mandor = Rp. 175.000,00

Tukang gali = Rp. 125.000,00

Pekerja = Rp. 100.000,00

(Harga upah pekerja diperoleh dari daftar harga upah proyek)

- Kebutuhan Tenaga Kerja

- Mandor = volume x koefisien

= 15,40 x 0,050

= 0,77 ≈ 1 orang

- Tukang Gali = volume x koefisien

= 15,40 x 0,300

= 4,62 ≈ 5 orang

- Pekerja = volume x koefisien

= 15,40 x 0,250

= 3,85 ≈ 4 orang

- Upah Tenaga Kerja

- Mandor = jumlah pekerja x upah

= 1 x Rp. 175.000,00

= Rp. 175.000,00

- Tukang Gali = jumlah pekerja x upah

= 5 x Rp. 125.000,00

= Rp. 625.000,00

- Pekerja = jumlah pekerja x upah

= 4 x Rp. 100.000,00

= Rp. 400.000,00

Tabel 6. Kebutuhan Tenaga Kerja

Tenaga Kerja	Volume Pekerjaan	Jumlah Pekerja	Upah Tenaga Kerja
Mandor	15,4	1	Rp 175.000,00
Tukang Gali		5	Rp 625.000,00
Pekerja		4	Rp 400.000,00
Jumlah			Rp 1.200.000,00

#### b. Analisa Produktivitas Tenaga Kerja

Berikut adalah perhitungan produktivitas pada pekerjaan galian tanah struktur tanah & pondasi P2, dengan rumus :

$$\text{Produktivitas tenaga kerja} = \frac{V}{T \times n}$$

Dimana :

V = Volume pekerjaan

T = Durasi pekerjaan

n = Jumlah tenaga kerja yang digunakan

- Mandor =  $\frac{15,40}{7 \times 1} = 2,2 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
- Tukang gali =  $\frac{15,40}{7 \times 5} = 0,44 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
- Pekerja =  $\frac{15,40}{7 \times 4} = 0,55 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$

#### c. Analisa Penambahan Jam Kerja (lembur)

##### Penurunan Produktivitas

Untuk menentukan nilai produktivitas penambahan jam kerja lembur yaitu menggunakan rumus :

$$\text{Penurunan produktivitas} = \frac{1}{\text{Indeks produktivitas}}$$

Indeks produktivitas diperoleh dari Gambar 2.8 menurut Soeharto, sehingga dapat dihitung nilai penurunan produktivitas per jam sebagai berikut :

$$\text{Penurunan produktivitas jam ke 1} = \frac{1}{1,1} = 0,909$$

$$\text{Penurunan produktivitas jam ke 2} = \frac{1}{1,2} = 0,833$$

$$\text{Penurunan produktivitas jam ke 3} = \frac{1}{1,3} = 0,769$$

Maka dapat dihitung produktivitas per jamnya dengan menggunakan rumus :

$$\text{Produktivitas per jam} = \frac{\text{kapasitas kerja per hari}}{\text{durasi jam kerja normal}}$$

Durasi kerja normal = 7 jam

Durasi kerja lembur = 3 jam

Total jam kerja = 10 jam

Berikut perhitungan produktivitas tenaga kerja setelah ditambah 3 jam kerja pada pekerjaan galian tanah pondasi P2

- Mandor
  - Produktivitas per jam normal  $= 2,2/7 = 0,314 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 1  $= 0,909 \times 0,314 = 0,286 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 2  $= 0,833 \times 0,314 = 0,262 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 3  $= 0,769 \times 0,314 = 0,242 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas 3 jam lembur  $= 0,286 + 0,262 + 0,242$   
 $= 0,789 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
  - Produktivitas 7 jam normal  $= 0,314 \times 7 = 2,2 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
  - Produktivitas 10 jam kerja  $= 0,787 + 2,2$   
 $= 2,989 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
- Tukang gali
  - Produktivitas per jam normal  $= 0,44/7 = 0,063 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 1  $= 0,909 \times 0,063 = 0,057 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 2  $= 0,833 \times 0,063 = 0,052 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 3  $= 0,769 \times 0,063 = 0,048 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas 3 jam lembur  $= 0,057 + 0,052 + 0,048$   
 $= 0,158 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
  - Produktivitas 7 jam normal  $= 0,063 \times 7 = 0,44 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
  - Produktivitas 10 jam kerja  $= 0,158 + 0,44$   
 $= 0,598 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
- Pekerja
  - Produktivitas per jam normal  $= 0,55/7 = 0,079 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 1  $= 0,909 \times 0,079 = 0,071 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 2  $= 0,833 \times 0,079 = 0,065 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas lembur jam ke 3  $= 0,769 \times 0,079 = 0,060 \text{ m}^3/\text{jam/orang}$
  - Produktivitas 3 jam lembur  $= 0,071 + 0,065 + 0,060$   
 $= 0,197 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
  - Produktivitas 7 jam normal  $= 0,079 \times 7 = 0,55 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$
  - Produktivitas 10 jam kerja  $= 0,197 + 0,55$   
 $= 0,747 \text{ m}^3/\text{hari/orang}$

### Menentukan *Crash Duration*

$$\text{Durasi setelah Crashing} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Produktivitas kerja 10 jam} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

Berikut perhitungan durasi pekerjaan setelah ditambahkan 3 jam kerja pada pekerjaan galian tanah pondasi P2 :

$$\left. \begin{array}{l} \text{Mandor} = \frac{15,40}{2,989 \times 1} = 5,152 \\ \text{Tukang gali} = \frac{15,40}{0,598 \times 5} = 5,152 \\ \text{Pekerja} = \frac{15,40}{0,747 \times 4} = 5,152 \end{array} \right\} 5 \text{ Hari}$$



### Menentukan Biaya Tambahan dan Upah Total Tenaga Kerja

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan setelah crashing, maka dapat dihitung berapa biaya tambahan akibat penambahan jam kerja dengan menggunakan rumus yang berdasarkan ketentuan yang tertulis dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 tentang upah jam kerja lembur. Rumus tersebut ialah sebagai berikut :

- Upah jam lembur ke 1 =  $1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{upah normal} \times \text{hari kerja sebulan}$
- Upah jam lembur ke 2 dan seterusnya =  $2 \times \frac{1}{173} \times \text{upah normal} \times \text{hari kerja sebulan}$

Berikut perhitungan biaya tambahan dan upah total tenaga kerja pada pekerjaan galian tanah pondasi P2

- Upah Normal
  - Mandor = Rp. 175.000,00
  - Tukang gali = Rp. 125.000,00
  - Pekerja = Rp. 100.000,00
- Upah lembur jam ke 1
  - Mandor =  $1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 175.000,00} \times 27 = \text{Rp. 40.968,21}$
  - Tukang gali =  $1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 125.000,00} \times 27 = \text{Rp. 29.263,01}$
  - Pekerja =  $1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 100.000,00} \times 27 = \text{Rp. 23.410,40}$
- Upah lembur jam ke 2
  - Mandor =  $2 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 175.000,00} \times 27 = \text{Rp. 54.624,28}$
  - Tukang gali =  $2 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 125.000,00} \times 27 = \text{Rp. 39.017,34}$
  - Pekerja =  $2 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 100.000,00} \times 27 = \text{Rp. 31.213,87}$
- Upah lembur jam ke 3
  - Mandor =  $2 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 175.000,00} \times 27 = \text{Rp. 54.624,28}$
  - Tukang gali =  $2 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 125.000,00} \times 27 = \text{Rp. 39.017,34}$
  - Pekerja =  $2 \times \frac{1}{173} \times \text{Rp. 100.000,00} \times 27 = \text{Rp. 31.213,87}$
- Upah tenaga kerja (oh)
 

(Upah normal + upah jam ke 1 + upah jam ke 2 + upah jam ke 3)

  - Mandor = Rp. 325.216,76
  - Tukang gali = Rp. 232.297,69
  - Pekerja = Rp. 185.838,15
- Total upah tenaga kerja
 

(Total cost per hari x jumlah tenaga kerja)

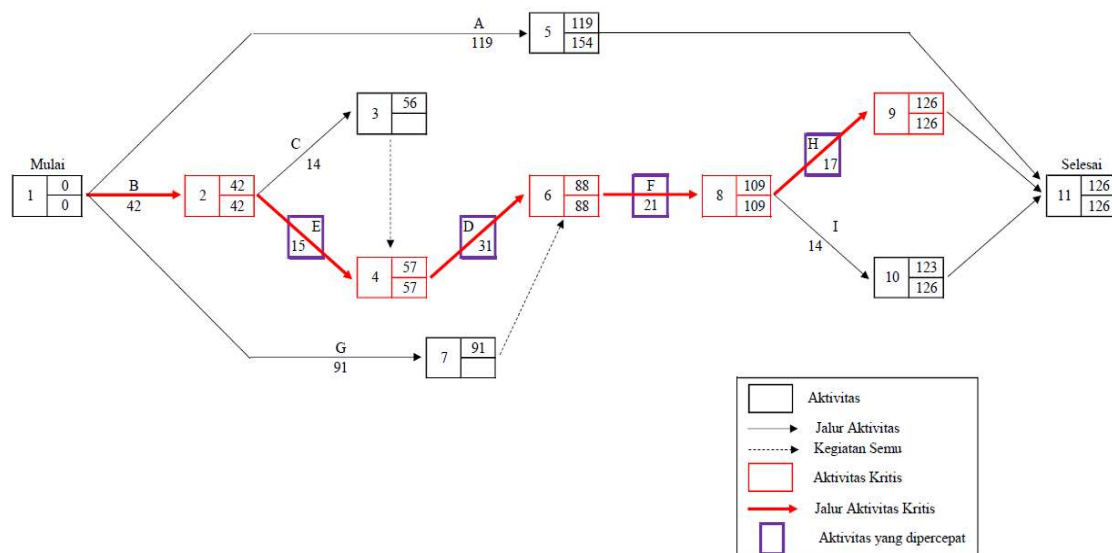
  - Mandor =  $\text{Rp. 325.216,74} \times 1 = \text{Rp. 325.216,74}$
  - Tukang gali =  $\text{Rp. 232.297,68} \times 5 = \text{Rp. 1.161.488,40}$
  - Pekerja =  $\text{Rp. 185.837,16} \times 4 = \text{Rp. 743.348,64}$
  - Total upah pekerjaan =  $\text{Rp. 2.230.053,78}$

Berdasarkan perhitungan durasi setelah penambahan 3 jam kerja lembur maka didapatkan durasi keseluruhan menjadi 126 hari kerja.

Berikut adalah diagram jaringan kerja setelah dilakukan crashing dengan penambahan jam lembur selama 3 jam.

Tabel 7. Durasi Setelah *Crashing*

No	Kode	Jenis Pekerjaan	Aktivitas Pendahulu	Durasi (Hari)
		<b>PEKERJAAN TANAH DAN PONDASI</b>		
1	A	Pek. Pengurugan Lahan	-	119
2	B	Pekerjaan Tiang Pancang Uk. 25x25	-	42
3	C	Pek. Pile Cap Type-P1 ; 4 Ttk	B	14
4	D	Pek. Pile Cap Type-P2 ; 16 Ttk	E	31
5	E	Pek. Pile Cap Type-P3 ; 4 Ttk	B	15
6	F	Pek. Pile Cap Type-P4 ; 8 Ttk	D	21
7	G	Pek. Pondasi Turap	-	91
8	H	Pengerjaan Tie Beam Tb1 30 X 50	F	17
9	I	Pengerjaan Tb2 20 X 30	F	14



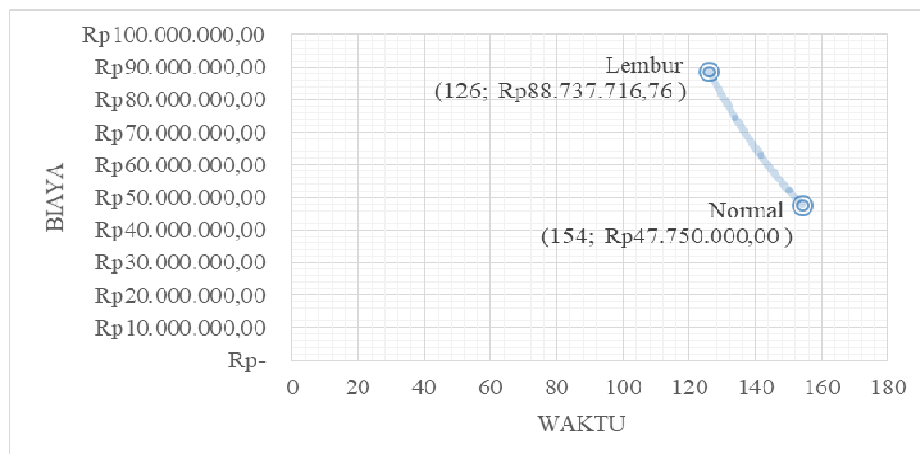
Gambar 2. Jalur Kritis setelah *Crashing*

Penelitian pada proyek Pembangunan Laboratorium Forensik Polda Sulut ini hanya berfokus pada pekerjaan struktur tanah dan pondasi yang di rencanakan selesai dalam kurun waktu 154 hari kerja dengan upah tenaga kerja sebesar Rp 47.750.000,00. Hasil dari proses percepatan pada pekerjaan bangunan menunjukkan bahwa durasi percepatan dengan alternatif penambahan 3 jam kerja (lembur) durasi percepatan proyek sebesar 126 hari kerja atau 18,18%. Upah tenaga kerja yang diperoleh yaitu Rp 88.737.716,76.

Tabel 8. Rekapitulasi Perbandingan Biaya dan Durasi

Uraian	Durasi (Hari)	Upah Tenaga Kerja	Selisih
Pekerjaan Normal	154	Rp 47.750.000,00	
Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)	126	Rp 88.737.716,76	Rp 40.987.716,76

Berikut adalah kurva perbandingan antara waktu dan biaya pada kondisi normal dan lembur berdasarkan hubungan waktu dan biaya normal dan setelah di *Crashing*. Pada gambar 3 diperlihatkan hubungan antara biaya dan waktu. Apabila waktu dipersingkat, maka biaya yang dibutuhkan juga akan meningkat dari biaya normal. Hal ini terjadi karena peningkatan pengeluaran biaya langsung, seperti gaji tenaga kerja maupun upah lembur.



Gambar 3. Perbandingan Waktu dan Biaya Pada Kondisi Normal dan Lembur

#### 4. KESIMPULAN

Pada proyek yang ditinjau ini mengalami keterlambatan pelaksanaan akibat dari lamanya mobilisasi alat pancang dan terjadinya kerusakan pada alat tersebut sehingga pekerjaan tertunda, juga faktor cuaca yang mengakibatkan keterlambatan pelaksanaan pekerjaan. Hasil analisa jalur kritis pada pekerjaan struktur tanah dan pondasi didapat jalur pekerjaan kritis yaitu B-E-D-F-H dengan total waktu pelaksanaan 154 hari kerja. Dari hasil analisa percepatan (*crashing*) dengan penambahan 3 jam kerja (lembur) dari 5 pekerjaan kritis terdapat 4 pekerjaan yang dipercepat, didapatkan total upah tenaga kerja dalam kondisi normal Rp 47.750.000,00 dengan waktu pelaksanaan 154 hari kerja, hasil penambahan 3 jam kerja (lembur) diperoleh upah tenaga kerja Rp 88.737.716,76 dengan waktu pelaksanaan 126 hari kerja atau lebih cepat 18,18% dari durasi normal. Apabila waktu dipersingkat maka biaya yang dibutuhkan juga meningkat dari biaya normal.

## **5. SARAN**

Metode percepatan yang digunakan dalam penelitian ini hanya menggunakan penambahan jam kerja (lembur). Hasil yang diperoleh akan lebih baik apabila ditambahkan dengan alternatif yang lainya seperti penambahan tenaga kerja, shift kerja, penambahan material/peralatan dan lainnya. Agar dapat lebih banyak perbandingan dan dapat mengetahui metode *crashing* yang lebih efektif dari segi waktu dan biaya.

## **6. UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT. Adhicon Perkasa selaku pelaksana proyek dan PT. Prada Cipta Areco selaku pengawas proyek yang sudah memberikan bantuan selama pengambilan data pada penelitian ini.

## **7. DAFTAR PUSTAKA**

- Anggara, E. R., dan Namara, I. (2021). Analisis Percepatan Waktu Menggunakan Metode Crashing Pada Pembangunan Tower 7 Proyek Apartement Tokyo Riverside. *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur dan Industri. Vol. 1, No. 1.*
- Badri, S. (1991). Dasar-Dasar Network Planning (Dasar-Dasar Pelaksanaan Jaringan Kerja). Edisi Kedua. Penerbit PT Rineka Cipta Jakarta.
- Kartikasari, D., Sampurno, S. W., dan Agustyawan, P. E. (2021). Mengurangi Durasi Penyelesaian Proyek dengan Menggunakan Metode Crashing pada Pembangunan Gedung Kecamatan Lamongan. *Jurnal Manajemen Teknologi dan Teknik Sipil. Vol. 4, No. 1.*
- Maulana, A. B. A., dan Sutarto, A. (2020). Analisis Percepatan Waktu Dan Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur). *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil.*
- Novianto, R., Suparno., Sutrisno., dan Abdul, R. (2021). Application Of Network Analysis Crashing Method In Evaluating The Schedule Of Naval Base Facility Development Project. *International Journal of ASRO. Vol. 12, No. 1. 153-159*
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur
- Putri, D. A., Muhtar., dan Gunasti, A. (2021). Penerapan Metode CPM dan Crashing pada Proyek Gedung Training Center Universitas Jember (*Application of the CPM and Crashing Method in the Jember University Training Center Building Project*). *Jurnal Smart Teknologi. Vol. 2, No. 2. 151-158.*
- Sa'adah, N., Iqrammah, E., dan Rijanto, T. (2021). Evaluasi Proyek Pembangunan Gedung Stroke Center (Paviliun Flamboyan) Menggunakan Metode Critical Path Method (CPM) Dan Crashing. *Publikasi Riset Orientasi Teknik Sipil (Proteksi), Vol. 3, No. 2.*
- Soeharto, I. (1999). Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid 1 Konsep, Studi Kelayakan, dan Jaringan Kerja. Edisi Kedua. Penerbit ERLANGGA, Jakarta.
- Sulistyo, A. B., Ilpan., Khadijah A. 2021. (*Redesign Road Project Using Critical Chain Project Management Method and Crashing Method*) Perencanaan Ulang Proyek Jalan Menggunakan Metode *Critical Chain Project Management* Dan Metode *Crashing*. *Jurnal Optimasi Sistem Industri, Vol. 14, No. 2.*
- Syaifuddin, D. (2011). Riset Operasi (Aplikasi Quantitative Analysis for Management). Penerbit Percetakan CV Citra Malang.
- Violita, B. (2020). Analisa Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja Atau Durasi Kerja (Studi Kasus: Pembangunan Aula Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman). Skripsi.