

## Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode *Crashing* pada Proyek Pembangunan Jalan Simp. 4 Kaliorang – Talisayan Kalimantan Timur

Afrie Nardiansyah <sup>a</sup>, Dyah Widi Astin Intansari <sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen

<sup>b</sup> Program Studi Teknik Sipil, Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen

[afrienardiansyah@umnu.ac.id](mailto:afrienardiansyah@umnu.ac.id) <sup>a</sup>, [dyahwidiastin@umnu.ac.id](mailto:dyahwidiastin@umnu.ac.id) <sup>b</sup>

### Abstrak

Permasalahan konstruksi yang umum terjadi adalah keterlambatan dalam pelaksanaan proyek. Keterlambatan pada proyek akan mempengaruhi biaya proyek. Melihat kejadian tersebut pada penelitian ini akan dianalisis percepatan waktu proyek pada proyek Pembangunan Jalan Simp. 4 Kaliorang - Kalisayan dengan metode *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan *software Microsoft Project 2010*, sehingga didapatkan pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Pekerjaan yang berada di lintasan kritis tersebut akan di lakukan *crashing* dengan metode penambahan jam kerja (lembur), dan penambahan alat, hasil akhir dari kedua alternatif perhitungan *crashing* tersebut akan diperoleh perubahan percepatan durasi waktu suatu proyek dengan biaya yang optimal. Dari hasil penelitian optimasi waktu dan biaya dengan metode crashing pada proyek pembangunan jalan simp. 4 kaliorang - talisayan menggunakan alternatif penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam, 4 jam, 5 jam, dan 6 jam serta alternatif yang kedua dengan variasi penambahan alat dan tenaga sebesar 25%, 50%, 75% dan 100% dari jumlah alat dan tenaga normal didapatkan hasil akhir dari alternatif yang paling optimum dari kedua alternatif tersebut adalah pada alternatif penambahan alat dan tenaga sebesar 100% dari jumlah alat dan tenaga normal, didapatkan durasi crash menjadi 91 hari dari durasi normal sebesar 135 hari atau terjadi percepatan durasi sebesar 44 hari, dengan didapatkan biaya total sebesar Rp10.825.046.816,96 dari biaya total normal sebesar Rp10.868.916.625,88 atau terjadi penurunan biaya total sebesar 0,40%.

**Kata kunci:** Keterlambatan, lintasan kritis, *crashing*, penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, PDM (*Precedence Diagram Method*)

### Abstract

*A common construction problem is delays in project implementation. Delays on the project will affect the cost of the project. Seeing this incident, this study will analyze the acceleration of project time on the Road Construction project Simp. 4 Kaliorang - Kalisayan using the Precedence Diagram Method (PDM) using Microsoft Project 2010 software, so that jobs are on the critical path. The work that is on the critical path will be crashing with the method of adding working hours (overtime), and adding tools, the final result of the two alternative crashing will be a change in the acceleration of the duration of a project at an optimal cost. From the results of time*

*and cost optimization research with the crashing method on the road construction project simp. 4 kaliorang - talisayan using the alternative of additional working hours (overtime) for 3 hours, 4 hours, 5 hours, and 6 hours and the second alternative with variations in the addition of tools and energy by 25%, 50%, 75% and 100% of the total equipment and normal power obtained the final result of the most optimum alternative of the two alternatives is the alternative of adding tools and energy by 100% of the number of normal tools and energy, the crash duration is 91 days from the normal duration of 135 days or an acceleration of duration of 44 days, with a total cost of Rp. 10,825,046,816.96 from the normal total cost of Rp. 10,868,916,625,88 or a decrease in total costs of 0.40%.*

**Keywords:** *Delays, critical path, crashing, additional working hours (overtime), additional workforce, PDM (Precedence Diagram Method)*

## **1. Pendahuluan**

Konstruksi yang ada di Indonesia sangat berkembang pesat dalam membantu meningkatkan perekonomian. Namun, ada permasalahan yang dihadapi oleh dunia konstruksi di Indonesia, khususnya pada provinsi Kalimantan Timur. Yaitu keterlambatan dalam pelaksanaan proyek. Keterlambatan adalah sebuah kondisi yang sangat tidak dikehendaki, karena akan sangat merugikan kedua belah pihak. Keterlambatan dapat menyebabkan kerugian terhadap perekonomian, pembengkakan biaya, perselisihan, arbitrase, proyek terbengkalai, dan kualitas proyek yang rendah.

Paket pekerjaan Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Kalimantan Timur dari tahun 2018 sampai dengan 2019 mencapai 73 paket pekerjaan, yang mana setiap tahunnya mengalami keterlambatan rata-rata perpaket 15 %, keterlambatan terjadi mulai dari hari, minggu bahkan ada yang sampai satu bulan, yang disebabkan oleh beberapa faktor penyebab sehingga proyek tersebut tidak berjalan sesuai rencana.

Fadli (2017), mengungkapkan bahwa faktor dominan yang mempengaruhi keterlambatan proyek pemeliharaan jalan di Kalimantan Timur adalah tingkat pekerja yang belum optimal dan perubahan lingkup proyek selama pekerjaan masih berlangsung.

Berdasarkan keterlambatan yang terjadi, maka saya mengkaji faktor keterlambatan yang disebabkan oleh kekurangan alat dan tenaga. Pada proyek konstruksi perencanaan waktu dan biaya sangat penting untuk diketahui untuk bisa mendapatkan keuntungan yang maksimal. Agar bisa mendapatkan hal tersebut, maka yang harus dilakukan adalah dengan mengoptimasi waktu dan biaya. Dengan dimulai membuat jaringan kerja proyek (network), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek serta mengetahui jumlah sumber daya (resource).

Metode crashing menjadi alternatif perencanaan untuk pelaksanaan proyek dalam menyusun perencanaan yang terbaik, sehingga dapat dihasilkan kondisi keuntungan maksimal yang diinginkan dengan pertambahan biaya yang paling optimum.

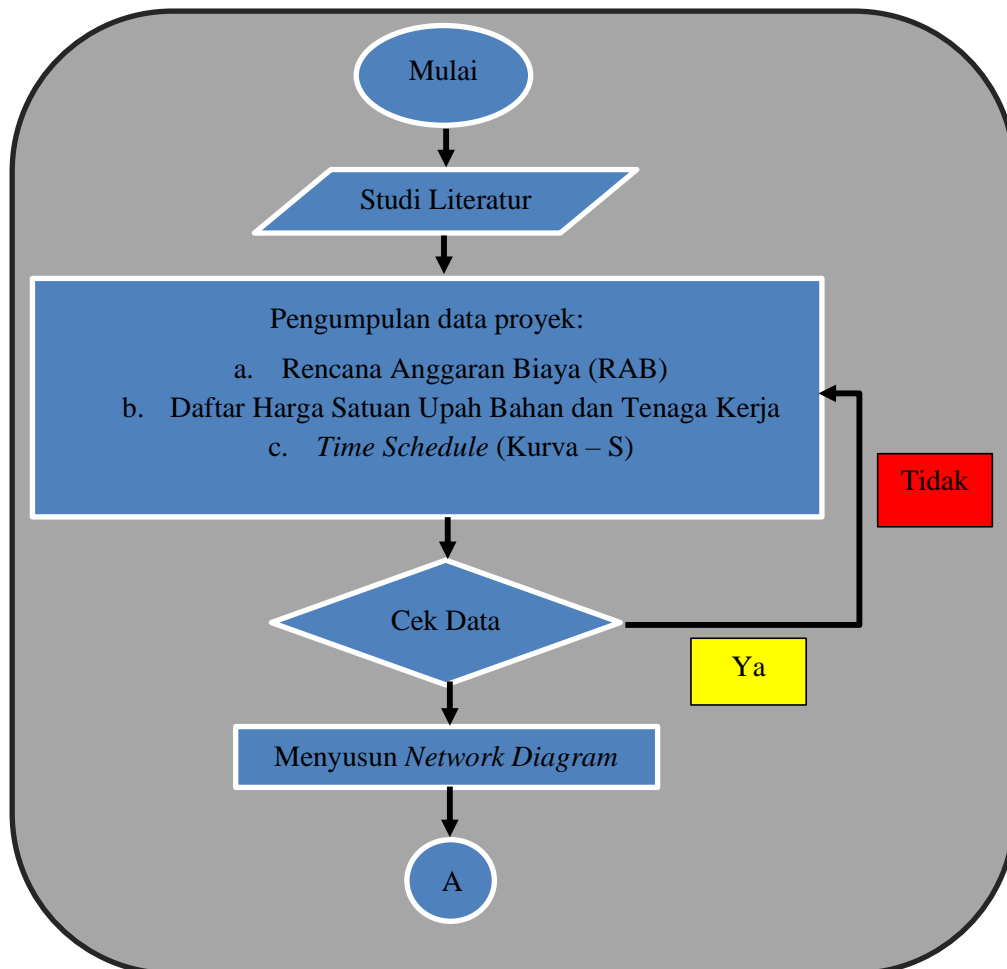
Crashing adalah proses mereduksi waktu penyelesaian proyek dengan disengaja, sistematis dan analitik melalui pengujian dari semua kegiatan dalam proyek namun difokuskan pada kegiatan yang berada di jalur kritis. Maka lintasan kritis pada network planning harus sudah diketahui sebelum melakukan crashing, karena lintasan kritis menjadi penentu dalam mempercepat durasi

Melihat kejadian tersebut pada penelitian ini akan dianalisis percepatan waktu proyek pada proyek Pembangunan Jalan Simp.4 Kaliorang - Talisayan dengan metode *Precedence*

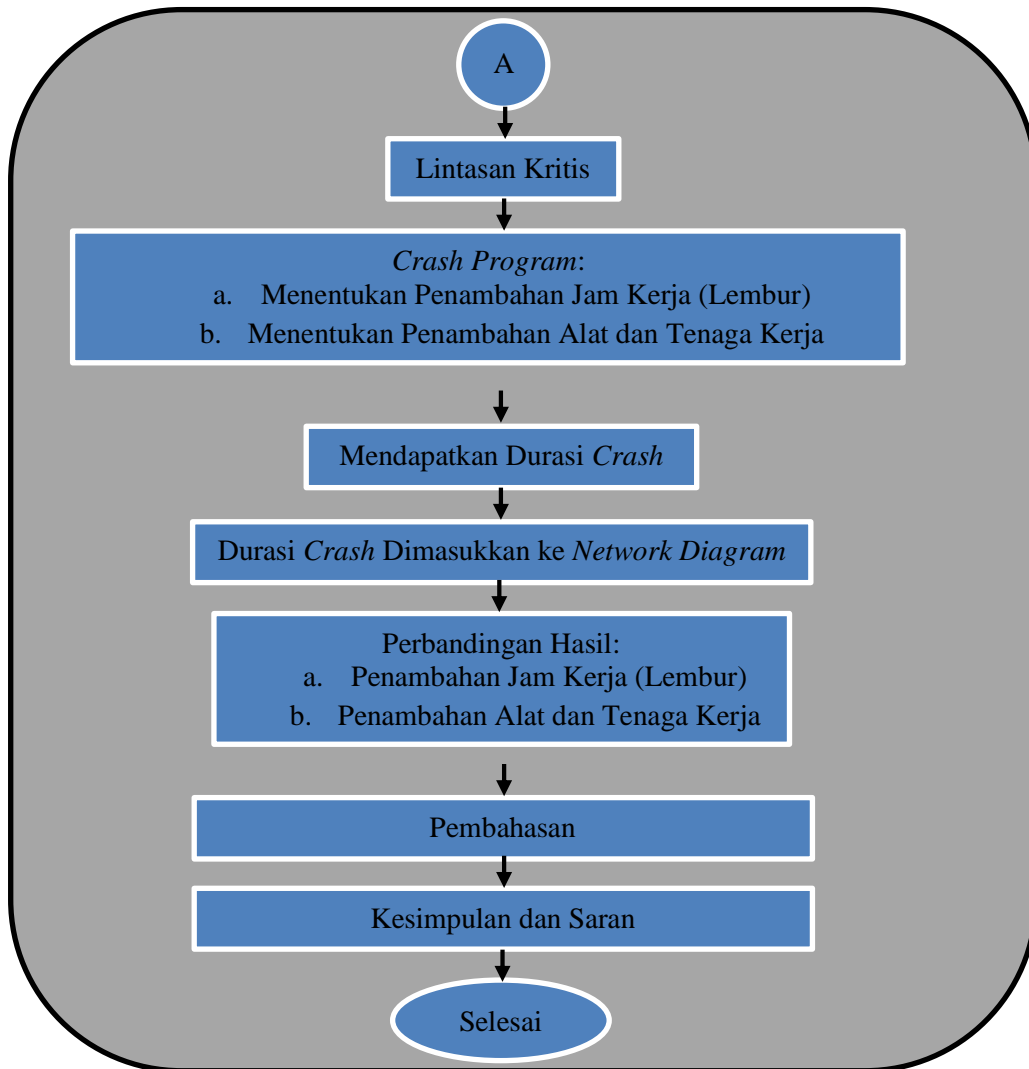
Diagram Method (PDM) menggunakan software Microsoft Project 2010, sehingga didapatkan pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Pekerjaan yang berada di lintasan kritis tersebut akan di lakukan *crashing* dengan metode penambahan jam kerja (lembur), dan penambahan alat, hasil akhir dari kedua alternatif perhitungan *crashing* tersebut akan diperoleh perubahan percepatan durasi waktu suatu proyek dengan biaya yang optimal.

## 2. Metodologi Penelitian

Bagan Alir Penelitian



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian (lanjutan)

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Data Proyek

Data Umum Proyek Pembangunan Jalan Simp.4 Kaliorang - Talisayan sebagai berikut:

1. Nama Proyek: Proyek Pembangunan Jalan Simp.4 Kaliorang - Talisayan
2. Periode Kerja: 2019

#### 3.2 Daftar Kegiatan-kegiatan Kritis

Daftar kegiatan-kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1. Daftar Kegiatan Kritis

No	Kode Pek.	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)
1	GSDSA	Galian untuk Selokan dan Drainase Saluran Air	35 Hari
2	TBSG	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	20 Hari
3	PBJ	Penyiapan Badan Jalan	49 Hari
4	LPAGB	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	35 Hari
5	LP	Lapis Pondasi Drainase	35 Hari
6	PBS	Perkerasan Beton Semen	35 Hari
7	LPWBK	Lapis Pondasi Bawah Beton Kurus	35 Hari
8	MT	Marka Jalan Termoplastik	35 Hari

(Sumber: Hasil analisis jaringan kerja PDM, 2019)

#### 3.3 Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)

a. Durasi *Crash* kegiatan

Contoh perhitungan percepatan dengan lembur selama **4 jam** akan terjadi penurunan efisiensi kerja dengan **asumsi** nilai indeks produktifitas adalah **1,4**

Nama pekerjaan : galian untuk selokan dan drainase saluran air

Durasi pekerjaan : 35 Hari

Jam kerja : 7 jam/hari

Volume Pekerjaan : 688, 49 m<sup>3</sup>

Jumlah alat : 1 unit excavator

Prod. Perhari =  $\frac{688,49 \text{ m}^3}{35 \text{ hari}}$  = 19,67 m<sup>3</sup>/hari

$$\text{Prod. Peralat} = \frac{19,67 \text{ m}^3/\text{hari}}{1 \text{ unit}} = 19,67 \text{ m}^3/\text{hari}$$

$$\text{Prod. Normal perjam} = \frac{19,67 \text{ m}^3/\text{hari}}{7 \text{ jam}} = 2,81 \text{ m}^3/\text{jam/unit}$$

1. Produktivitas normal 4 jam

$$= 2,81 \times 4 = 11,24 \text{ m}^3/\text{unit}$$

2. Produktivitas lembur 4 jam

$$= 2,81 \text{ m}^3/\text{jam/unit}$$

$$\text{Prod. lembur jam ke-1} = \frac{2,81}{1.1} = 2,55 \text{ m}^3/\text{jam/unit}$$

$$\text{Prod. lembur jam ke-2} = \frac{2,81}{1.2} = 2,34 \text{ m}^2/\text{jam/unit}$$

$$\text{Prod. lembur jam ke-3} = \frac{2,81}{1.3} = 2,16 \text{ m}^2/\text{jam/unit}$$

$$\text{Prod. lembur jam ke-4} = \frac{2,81}{1.4} = 2,01 \text{ m}^2/\text{jam/unit}$$

Prod. lembur 4 jam = lembur jam ke 1 + lembur jam ke 2 + lembur jam ke 3 + lembur jam ke 4

$$= 2,55 + 2,34 + 2,16 + 2,01 = 9,07 \text{ m}^3/\text{unit}$$

3. Efektifitas tenaga kerja =  $\frac{\text{prod. lembur 4 jam}}{\text{prod. normal 4 jam}} \times 100$

$$= \frac{9,07}{11,24} \times 100 = 80,65 \%$$

4. Penurunan produktivitas = 19,35 %

5. Durasi *Crash* (Dc) =  $\frac{(Dn \times h)}{(h + (h \times e))}$

$$= \frac{(7 \times 8)}{(8 + (4 \times 0,8065))} = 23,96 \text{ hari} \approx \mathbf{24 \text{ hari}}$$

Tabel 2. Durasi *crash* masing-masing pekerjaan pada penambahan jam kerja (lembur)

No.	Kode Pek.	Uraian Pekerjaan	Durasi (hari)		di = Dn - Dc
			Normal (Dn)	Crash (Dc)	
1	GSDSA	Galian untuk Selokan dan Drainase Saluran Air	35	24	11
2	TBSG	Timbunan Biasa dari Sumber Galian	20	14	6
3	PBJ	Penyiapan Badan Jalan	49	34	15
4	LPAGB	Lapis Pondasi Agregat Kelas B	35	24	11
5	LP	Lapis Pondasi Drainase	35	24	11
6	PBS	Perkerasan Beton semen	35	24	11
7	LPWBK	Lapis Pondasi Bawah Beton Korus	35	24	11
8	MT	Marka Jalan Termoplastik	35	24	11

(Sumber: Hasil analisis jaringan kerja PDM, 2019)

b. Biaya *Crash* (Cc) Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Contoh perhitungan biaya *crash* (Cc) akibat penambahan jam kerja (lembur) pada pekerjaan galian untuk selokan dan drainase saluran air sebagai berikut:

Biaya Normal (Cn) = Rp52.066.373,221

Durasi Normal (Dn) = 35 hari

Durasi *Crash* (Dc) = 24 hari

Biaya *Crash* (Cc)

1. Upah normal perjam

- a. Pekerja = Rp14.429,17
- b. Mandor = Rp19.686,31
- c. Excavator = Rp511.764,43
- d. Dump Truck = Rp304.290,81
- e. Operator = Rp18.129,17
- f. Pembantu Operator = Rp15.400,60
- g. Sopir = Rp18.129,17
- h. Pembantu Sopir = 15.400,60

2. Upah lembur jam ke 1

- a. Pekerja = Rp14.429,17 x 1,5 = Rp21.643,75
- b. Mandor = Rp19.686,31 x 1,5 = Rp29.529,46
- c. Excavator = Rp511.764,43 + 0,5 x (Rp18.129,17 + Rp15.400,60) = Rp528.529,31
- d. Dump Truck = Rp304.290,15 + 0,5 x (18.129,17 + Rp15.400,60) = Rp321.055,69

3. Upah lembur jam ke 4

- a. Pekerja = Rp21.643,75 + (2 x 3 x Rp14.429,17) = Rp108.218,75
- b. Mandor = Rp29.529,46 + (2 x 3 x Rp19.686,31) = Rp147.647,32
- c. Excavator = Rp2.130.882,13 + 1 x (Rp18.129,17 + Rp15.400,60) = Rp2.164.647,32
- d. Dump Truck = Rp1.300.987,64 + 1 x (Rp18.129,17 + Rp15.400,60) = Rp1.334.517,40

4. Total biaya (*cost*) per hari ( upah harian + upah lembur jam ke 1 + upah lembur jam ke 4)

- a. Pekerja = Rp209.222,92
- b. Mandor = Rp285.451,49
- c. Excavator = Rp5.746.762,90
- d. Dump Truck = Rp3.464.553,05

5. Biaya *cost on time* ( jumlah alat dan tenaga x total *cost* perhari)

- a. Pekerja = 0,43 orang x Rp209.222,92 = Rp89.666,96
- b. Mandor = 0,14 orang x Rp285.451,49 = Rp40.778,78
- c. Excavator = 0,14 unit x Rp5.746.762,90 = Rp820.966,13
- d. Dump Truck = 0,43 unit x Rp3.464.553,05

**Total = Rp2.436.220,33**

6. Total biaya alat dan tenaga akibat penambahan jam kerja (lembur)

$$= \Sigma \text{Biaya } \textit{cost on time} \times \text{Durasi } \textit{crash}$$

$$= \text{Rp2.436.220,33} \times 24$$

$$= \text{Rp58.469.287,87}$$

7. Total biaya penambahan jam kerja (lembur)

$$= \text{Total biaya alat dan tenaga akibat penambahan jam kerja} + \text{Biaya Bahan}$$

$$= \text{Rp58.469.287,87} + \text{Rp0,00}$$

$$= \text{Rp58.469.287,87}$$

8. Nilai *Cost Slope*, *S*

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope (Rp/jam)} &= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \\ &= \frac{\text{Rp}58.469.287,78 - \text{Rp}52.066.373,21}{35 - 24} \\ &= \text{Rp}582.083,15 \end{aligned}$$

Tabel 3. Perbandingan antara biaya total pada kondisi normal dan kondisi *crash* dengan lembur

Kode Pek.	Biaya Normal	Biaya Crash	Slope (Rp)
	(d)	(e)	(g) = (f)/(c)
GSDSA	52.066.373,21	58.469.287,87	582.083,15
PBJ	58.959.838,85	67.970.912,31	600.738,23
LPAGB	317.155.998,80	327.013.656,12	896.150,67
MT	124.783.434,81	136.287.850,09	1.045.855,94
TBSG	67.889.623,37	74.599.383,79	1.118.293,40
LP	1.273.989.683,40	1.292.065.612,69	1.643.266,30
LPWBK	1.522.930.409,48	1.556.158.121,02	3.020.701,05
PBS	6.802.860.355,48	6.887.550.996,45	7.699.149,18
<b>Total</b>			<b>16.606.237,91</b>

(Sumber: Hasil analisis Penambahan Jam Kerja (lembur) selama 4 jam, 2019)

c. Biaya *Crash* (Cc) Akibat Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Perhitungan biaya ini dilakukan dikarenakan percepatan durasi (*crashing*) proyek ini menggunakan alternatif penambahan jam kerja (lembur) selama 4 jam yaitu mulai pukul 16.00 – 20.30. Perhitungan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dilakukan dengan durasi percepatan yang didapat yaitu selama 28 hari dari durasi normal 135 hari menjadi 107 hari (Lampiran 7). Berikut disajikan perhitungan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dengan berdasarkan **asumsi-asumsi**.

1. Tambahan biaya penerangan malam akibat lembur

a. Data-data yang dibutuhkan :

- 1) Biaya Lampu Sorot = Harga Lampu Sorot x Jumlah Lampu  
 = Rp1.100.000 x 6 buah = Rp6.600.000
- 2) Biaya Kabel 150 m  
 = 3 x Rp328.000 = Rp984.000
- 3) Biaya Steker = Harga Steker x Jumlah Saklar  
 = Rp9.000 x 4 buah = Rp36.000
- 4) Biaya Stop Kontak = Rp40.000
- 5) Biaya Pasang = Jumlah Lampu x Harga Pasang Per titik = 6 buah x Rp70.000 = Rp420.000
- 6) Biaya Listrik Selama Masa Lembur  
 Biaya Listrik = Harga Per Kwh x Spesifikasi Pemakaian Listrik x Jam Lembur  
 x Jumlah Lampu x Durasi Percepatan  
 = Rp1.467 x 0,4 x 4 x 6 x 28  
 = Rp394.329,60

b. Total biaya untuk penerangan malam akibat lembur



- 1) Biaya Lampu Sorot = Rp6.600.000
  - 2) Biaya Kabel 150 m = Rp984.000
  - 3) Biaya Steker = Rp36.000
  - 4) Biaya Stop Kontak = Rp40.000
  - 5) Biaya Pasang = Rp420.000
  - 6) Biaya Listrik = Rp394.329,60 +
  - 7) Total Biaya = Rp8.474.329,60
2. Tambahan biaya bagian manajemen akibat adanya lembur

a. Data-data yang dibutuhkan :

- 1) Jaga Malam = 2 orang/hari (wawancara dengan pelaksana)
- 2) Upah lembur/jam = Rp20.000
- 3) Lembur = 4 jam/hari
- 4) Durasi percepatan = 28 hari
- 5) Perhitungan Biaya lembur/hari  
 = Rp20.000 x 4  
 = Rp80.000 upah/hari
- 6) Total Biaya  
 = Rp80.000 x 28 hari x 2 orang  
 = Rp4.480.000

Tabel 4. Penambahan Biaya Akibat adanya Penambahan Jam Kerja (lembur)

No.	Uraian	Biaya
1	Tambahan biaya penerangan malam akibat lembur	Rp8.474.329,60
2	Tambahan biaya bagian manajemen akibat adanya lembur	Rp4.480.000,00
<b>Total biaya akibat adanya penambahan jam kerja (lembur)</b>		<b>Rp12.954.329,60</b>

(Sumber: Hasil analisis Biaya akibat adanya Lembur, 2019)

b. Total Biaya Penambahan Akibat Percepatan Proyek Dengan Menambah jam Kerja (lembur)

Tabel 5. Hasil Total Biaya Langsung Akibat Penambahan Jam Kerja (lembur) selama 4 jam

No.	Uraian	Biaya
1	Biaya Percepatan Upah Tenaga Kerja	Rp16.606.237,91
2	Biaya Penerangan Malam Hari dan Manajemen Proyek	Rp12.954.329,60
<b>Total Biaya Langsung Penambahan Akibat Lembur</b>		<b>Rp29.560.567,51</b>

(Sumber: Hasil Total Biaya Langsung Akibat Penambahan Jam Kerja (lembur) selama 4 jam, 2019)

c. Analisis Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung Akibat *Crashing* dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

1. Menentukan biaya langsung (*direct cost*) *crashing* dengan lembur

= biaya langsung normal + biaya langsung akibat penambahan jam kerja (lembur)

$$= \text{Rp}10.729.416.625,88 + \text{Rp}29.560.567,51$$

$$= \text{Rp}10.758.977.193,40$$

2. Menentukan biaya tidak langsung (*indirect cost*) *crashing* dengan lembur

$$= \text{Durasi } crash \times \text{overhead perhari}$$

$$= 107 \times \text{Rp}1.033.333,33$$

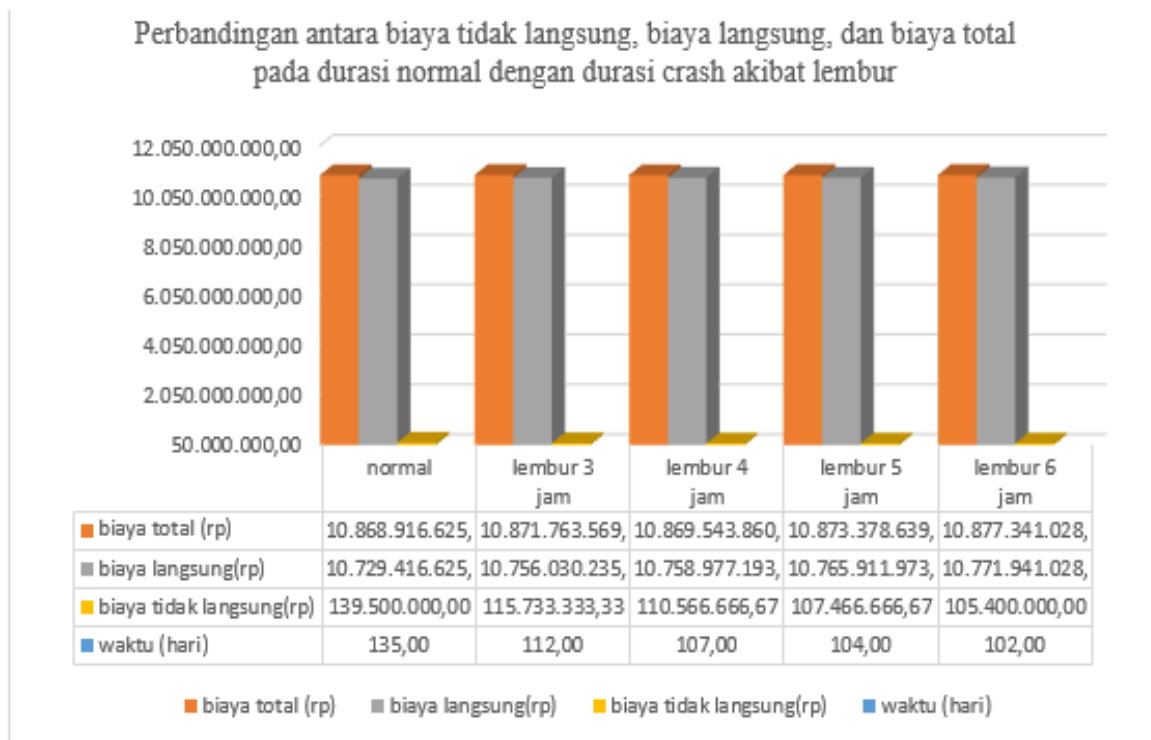
$$= \text{Rp}110.566.666,67$$

3. Menentukan total biaya proyek setelah *crashing* dengan lembur

$$= \text{biaya langsung} + \text{biaya tidak langsung}$$

$$= \text{Rp}10.758.977.193,40 + \text{Rp}110.566.666,67$$

$$= \text{Rp}10.869.543.860,06$$



Gambar 2. Grafik Perbandingan antara biaya tidak langsung, biaya langsung, dan biaya total pada durasi normal dengan durasi *crash* akibat lembur

### 3.4 Alternatif Penambahan Alat dan Tenaga

Pada penelitian ini, karena lingkup pekerjaan adalah pembangunan jalan yang tidak terbatas oleh ruang jadi tidak berlaku terhadap kepadatan alat dan tenaga

Pada analisis penambahan alat dan tenaga dilakukan penambahan sebesar 25% dari kebutuhan alat dan tenaga normal sebagai contoh perhitungan pada pekerjaan galian untuk selokan dan drainase saluran air (Lampiran) sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Penambahan Alat dan Tenaga untuk pekerjaan galian untuk selokan dan drainase saluran air

Alat dan Tenaga	Alat dan Tenaga Normal (unit/orang)	Alat dan Tenaga Penambahan 25% (unit/orang)
	Tn	Tc
Pekerja	3	1
Excavator	1	1
Dump Truck	3	1
<b>TOTAL</b>	<b>7</b>	<b>3</b>

(Sumber: Hasil Analisis Penambahan Alat dan Tenaga, 2019)

a. Produktivitas

$$\begin{aligned} \text{Prod. Normal (Pn)} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} \\ &= \frac{688,49}{35} = 19,67 \text{ m}^3/\text{orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Prod. Crashing} &= \frac{\text{Pn} \times (\text{Total Tn} + \text{Total Tc})}{\text{Total Tn}} \\ &= \frac{19,67 \times (7+3)}{7} \\ &= 28,10 \text{ m}^3/\text{unit} \end{aligned}$$

b. Crash duration (Durasi Percepatan)

$$\begin{aligned} \text{Crash duration (Cd)} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Crashing}} \\ &= \frac{688,49}{28,10} = 25 \text{ hari} \end{aligned}$$

c. Crash Cost (Biaya Percepatan)

Biaya penambahan alat dan tenaga

Pekerja = 4 orang x Rp14.429,17 = Rp57.716,67

Mandor = 1 orang x Rp19.686,31 = Rp19.686,31

Excavator = 2 orang x Rp511.764,43 = Rp1.023.528,86

Dump Truck = 4 orang x Rp304.290,81 = Rp1.217.163,23

**Total = Rp2.318.095,07**

Biaya total = (crash cost x Durasi crash) + b. bahan

$$= (\text{Rp}2.318.095,07 \times 25) + \text{Rp}0,00$$

$$= \text{Rp}57.952.376,69$$

d. Cost Slope

Cost slope (Rp/jam)

$$= \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}}$$

$$= \frac{\text{Rp}57.952.376,69 - \text{Rp}52.066.373,21}{35 - 25}$$

$$= \text{Rp}588.600,35$$

Tabel 7. Tabel Perhitungan Slope dan Biaya Crashing Penambahan Tenaga Kerja sebesar 25%

Kode Pek.	Biaya Normal	Biaya Crash	Slope
	(d)	(e)	(g) = (f)/(c)
LPAGB	317.155.998,80	319.095.956,63	129.330,52
TBSG	67.889.623,37	69.338.215,81	160.954,72
GSDSA	52.066.373,21	57.952.376,69	588.600,35
MT	124.783.434,81	129.807.096,52	627.957,71
LP	1.273.989.683,40	1.285.358.544,18	1.136.886,08
PBJ	58.959.838,85	78.208.932,66	1.283.272,92
PBS	6.802.860.355,48	6.825.743.195,16	3.268.977,10
LPWBK	1.522.930.409,48	1.550.751.997,44	3.477.698,49
<b>Total</b>			<b>10.673.677,89</b>

(Sumber: Hasil analisis Penambahan Alat dan Tenaga Kerja sebesar 25%, 2019)

e. Analisis Biaya Langsung dan Biaya Tidak Langsung Akibat *Crashing* dengan Penambahan Alat dan Tenaga

1. Menentukan biaya langsung (*direct cost*) = **Rp10.740.090.303,78**

2. Menentukan biaya tidak langsung (*indirect cost*) setelah *crashing*

= Durasi *crash* x *overhead* perhari

= 108 x Rp1.033.333,33

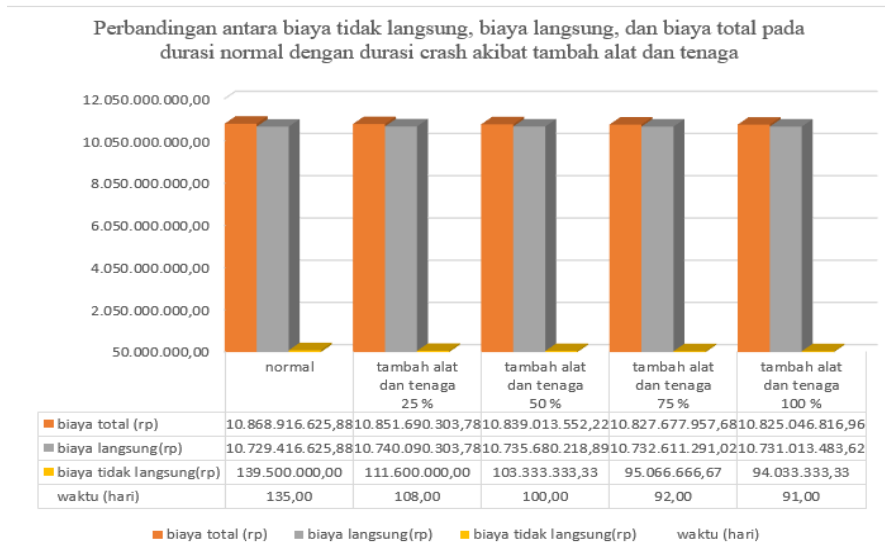
= **Rp111.600.000,00**

3. Menentukan total biaya proyek setelah *crashing*

= biaya langsung + biaya tidak langsung

= Rp10.740.090.303,78 + Rp111.600.000,00

= **Rp10.851.690.303,78**



Gambar 3. Grafik Perbandingan antara biaya tidak langsung, biaya langsung, dan biaya total pada durasi normal dengan durasi *crash* akibat tambah alat dan tenaga

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari analisis percepatan (*crashing*) menggunakan alternatif penambahan jam kerja (lembur) dan menggunakan alternatif penambahan alat dan tenaga kerja pada proyek Pembangunan Jalan Kaliorang – Talisayan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil alternatif penambahan jam kerja (lembur) secara rinci dapat diuraikan sebagai berikut:
  - a. Lembur 3 jam didapatkan durasi *crash* menjadi 112 hari dengan biaya sebesar Rp10.871.763.569,31 atau terjadi kenaikan biaya total sebesar 0,03%
  - b. Lembur 4 jam didapatkan durasi *crash* menjadi 107 hari dengan biaya sebesar Rp10.869.543.860,06 atau terjadi kenaikan biaya total sebesar 0,01%
  - c. Lembur 5 jam didapatkan durasi *crash* menjadi 104 hari dengan biaya sebesar Rp10.873.378.639,76 atau terjadi kenaikan biaya total sebesar 0,04%
  - d. Lembur 6 jam didapatkan durasi *crash* menjadi 102 hari dengan biaya sebesar Rp10.877.341.028,07 atau terjadi kenaikan biaya total sebesar 0,08%
2. Hasil alternatif penambahan alat dan tenaga secara rinci dapat diuraikan sebagai berikut:
  - a. Tambah alat dan tenaga sebesar 25% didapatkan durasi *crash* menjadi 108 hari dengan biaya sebesar Rp10.851.690.303,78 atau terjadi penurunan biaya total sebesar 0,16%
  - b. Tambah alat dan tenaga sebesar 50% didapatkan durasi *crash* menjadi 100 hari dengan biaya sebesar Rp10.839.013.522,22 atau terjadi penurunan biaya total sebesar 0,28%
  - c. Tambah alat dan tenaga sebesar 75% didapatkan durasi *crash* menjadi 92 hari dengan biaya sebesar Rp10.827.677.957,68 atau terjadi penurunan biaya total sebesar 0,38%
  - d. Tambah alat dan tenaga kerja sebesar 100% didapatkan durasi *crash* menjadi 91 hari dengan biaya sebesar Rp10.825.046.816,96 atau terjadi penurunan biaya total sebesar 0,40%
3. Hasil dari alternatif yang paling optimum dari kedua alternatif adalah pada alternatif penambahan alat dan tenaga sebesar 100%, didapatkan durasi *crash* menjadi 91 hari dari durasi

normal sebesar 135 hari atau terjadi percepatan durasi sebesar 44 hari, dengan didapatkan biaya total sebesar Rp10.825.046.816,96 dari biaya total normal sebesar Rp10.868.916.625,88 atau terjadi penurunan biaya total sebesar 0,40%.

### **Daftar Pustaka**

- Amani. W., Helmi., Beni. I. 2012. Perbandingan Aplikasi CPM, PDM, dan Teknik *Bar Chart*-Kurva S pada Optimasi Penjadwalan Proyek. *Jurnal*
- Arianto, A. 2010. Eksplorasi Metode *Bar Chart*, CPM, PDM, PERT, *Line of Balance* dan *Time of Chainage Diagram* dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi. Tesis.
- Arikunto, S. 2002. Metodologi Penelitian Suatu Pendekatan Proposal. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Darmadi, A. 2019. Analisa Percepatan Durasi Denga Metode “Time Cost Trade Off” Pada Proyek Peningkatan Jalan Bukit Seribu (LAPEN-RIGID) Kota Samarinda. Tugas Akhir.
- Ervianto, W.I, 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit: Andi, Yogyakarta.
- Fadly, 2017. Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Pemeliharaan Jalan Harun Nafsi – HM Rifadin Samarinda Kalimantan Timur. Tesis.
- Husen, Abrar, 2011. *Manajemen Proyek*. Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- Jayadewa, O. F. 2016. *Pemodelan Biaya Tak Langsung Proyek Konstruksi di PT Wijaya Karya*. Tugas Akhir, Jurusan Statistika, Institut Teknologi Sepuluh November.
- Kaming, Peter F., Olomolaiye, Paul O., Holt, Gary D., & Harris, Frank C. (1997). *Factors Influencing Construction Time and Cost Overruns on High-Rise Projects in Indonesia. Construction Management and Economics, 15:1, 83-94.*
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP.102/MEN/VI/2004
- Khinasih, Arum P. 2017. *Evaluasi Waktu dan Biaya Dengan Metoda Crashing Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII*. Tesis, Program Magister Teknik Sipil, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Nafdi, 2014. Analisis Faktor Penyebab Keterlambatan Penyelesaian Proyek Jalan (Studi Kasus : Pelaksanaan Jalan Nasional Wilayah I Sumatera Barat). Tesis.
- Pamungkas, R. T. dan Hidayat, R. T. 2011. *Analisis Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi (The Analysis of Time Cost Trade Off on Construction Project)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Diponegoro Semarang.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum. NO. 11-PRT-M-2013 tentang analisis produktivitas.
- Rani, Hafnidar A. 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Pertama. Penerbit: Deepublish, Yogyakarta.
- Republik Indonesia. KEPMEN NO.102 Tahun 2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Satria, D. Y. 2016. *Analisis Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Dibandingkan dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time*

*Cost Trade Off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

- Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga : Jakarta.
- Thio, A. dan Tannady, H. 2016. *Analisis Pekerjaan Konstruksi dan Penentuan Jalur Kritis dengan Critical Path Methode (Studi Kasus Pekerjaan Renovasi pada Kantor Harvest Kemang)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik dan Ilmu Komputer, Universitas Bunda Mulia, Jakarta Utara.
- Ulya, Wildan Musabiq. 2015. *Percepatan Waktu Proyek Konstruksi dengan Metode Cut and Crashing (Proyek Pembangunan Lanjutan Gedung Ma'had Putera/Puteri Stain Jember)*. Jember: Universitas Jember.
- Wahyudi, R dan Indra Yono, C: 2006. Pengaruh Keterlambatan Proyek Terhadap Pembengkakan Biaya Proyek. Universitas Kristen Petra, Surabaya
- Wibowo, D. W. 2016. *Analisis Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Dibandingkan dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Widiasanti, I. dan Lenggogeni. 2013. *Manajemen Konstruksi*. Bandung : PT Remaja Rosdakarya.
- Yamit, Zulian. 2001. *Manajemen Kualitas Produk & Jasa*. Penerbit: Ekonisia, Yogyakarta.