

# ANALISIS OPTIMASI BIAYA DAN WAKTU PROYEK DENGAN METODE *TIME COST TRADE OFF* MENGGUNAKAN APLIKASI PRIMAVERA P6 (STUDI KASUS PROYEK PENATAAN KORIDOR JL. IR. JUANDA, SURAKARTA)

Setiono<sup>1\*</sup>, Suryoto<sup>1</sup>, Dialektika Qianaantha Supriyor<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret  
Jl. Ir. Sutami No.36, Kentingan, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

\*Email: [setiono@ft.uns.ac.id](mailto:setiono@ft.uns.ac.id)

## Abstract

*The Complication and complexity of every construction project development are constantly increasing, therefore optimizing time and cost with certain resource allocations is crucial. Methods that is useful to shorten project completion with minimum cost include using the Time Cost Trade-Off (TCTO). In Ir. Juanda Road Corridor Arrangement Project, the method that is used to shorten project completion is by using the addition of working time and the addition of workers. The utilization of Primavera 6.0 software can ease the planning and scheduling process. The output that is produced by Primavera 6.0 program is Gantt Chart, Network Diagram, Critical Path, Resources, and so forth that can be used for project controlling. The results from the conducted analysis, the project duration obtained by adding working time is 131 days with a reduced cost of Rp 10.053.447,00 decreasing the total cost to Rp 16.053.818.153,00 Whereas the project duration obtained by adding workers are 114 days with reduced cost of Rp 17.770.240,00, decreasing the total cost to Rp 16.046.101.360,00. It can be concluded that either using the addition of workers method or the addition of working time method will decrease the amount of duration and cost of the project*

**Keywords:** *Addition of Working Time, Addition of Workers, Optimization, Time Cost Trade-Off.*

## Abstrak

Tingkat kerumitan dan kompleksitas dalam setiap pembangunan proyek konstruksi bertambah dengan konstan, sehingga melakukan optimasi waktu dan biaya dengan alokasi sumber daya tertentu menjadi suatu hal yang fundamental. Metode yang dapat berguna untuk mempercepat durasi penyelesaian proyek termasuk dengan menggunakan *Time Cost Trade Off* (TCTO). Tujuan dari penelitian ini yakni untuk melakukan optimasi proyek yang ditinjau dari aspek waktu dan biaya. Pada Proyek Penataan Koridor Jl. Ir. Juanda, Surakarta, metode yang dipakai dalam mempercepat pengerjaan proyek direncanakan dengan menambahkan jam kerja dan penambahan tenaga kerja. Penggunaan *software* Primavera 6.0 dapat memudahkan proses perencanaan dan penjadwalan. *Output* yang dihasilkan dari program Primavera 6.0 berupa *Gantt Chart, Network Diagram, Critical Path, Resources* dan lain sebagainya yang dapat digunakan dalam pengendalian proyek. Dari hasil analisis yang dilakukan diperoleh durasi proyek melalui penambahan jam kerja yakni 189 hari dengan biaya pengurangan sebesar Rp 10.053.447,00 sehingga biaya proyek berkurang menjadi Rp 16.053.818.153,00 Sedangkan durasi proyek yang diperoleh dengan menambah tenaga kerja yaitu 114 hari dengan pengurangan biaya sebesar Rp 17.770.240,00 sehingga biaya proyek berkurang menjadi Rp 16.046.101.360,00. Maka dari itu dapat ditarik kesimpulan dengan melalui optimasi, baik menggunakan metode penambahan jam kerja maupun metode penambahan tenaga kerja dapat mengurangi durasi proyek serta mengurangi biaya proyek.

**Kata Kunci:** Optimasi, Penambahan Jam Kerja, Penambahan Tenaga Kerja, *Time Cost Trade Off.*

## PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan jaman tingkat kerumitan dan kompleksitas dalam setiap pembangunan proyek konstruksi semakin bertambah, dikarenakan setiap proyek perlu memanfaatkan biaya dan waktu secara optimal melalui alokasi pada sumber daya tertentu. Adapun selama pelaksanaan proyek berlangsung berbagai macam kendala di lapangan kerap ditemui, sehingga menimbulkan penyimpangan-penyimpangan seperti keterlambatan penyelesaian pekerjaan, pengeluaran biaya diluar rencana, penggunaan sumber daya berlebih dan berbagai penyimpangan lainnya yang bersifat merugikan. Sehingga diperlukan ketelitian dalam manajemen konstruksi guna mendapatkan hasil yang maksimal. Manajemen konstruksi mencakup perencanaan penjadwalan yang direncanakan dengan menyesuaikan tiap pekerjaan dengan durasi serta ketersediaan sumber daya secara optimal. Terdapat beberapa cara yang dapat dipakai untuk mengoptimalkan biaya dan waktu yaitu dengan memberi tambahan jam kerja lembur dan memberi tambahan jumlah tenaga kerja, namun kedua metode tersebut memerlukan perhitungan

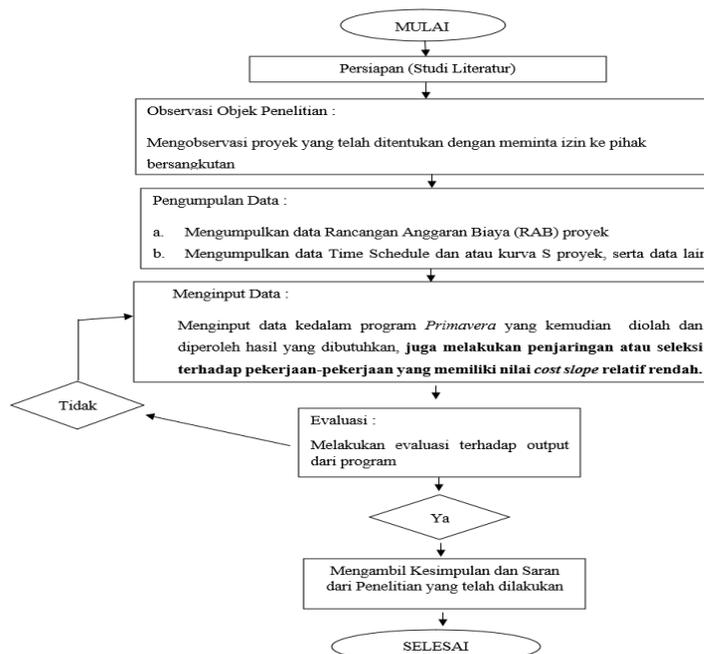
yang tepat agar dapat berjalan dengan efisien. Metode optimasi yang bisa dipakai yaitu metode pertukaran waktu dan biaya atau *Time Cost Trade Off* (TCTO).

Proyek merupakan suatu rangkaian aktivitas yang memiliki tujuan dan sasaran tertentu serta dibatasi oleh rentang biaya, waktu dan sumber daya. Proyek terikat oleh biaya, waktu serta spesifikasi mutu yang direncanakan dalam rangka mencapai tujuan. Ketiga hal tersebut saling berhubungan satu sama lain sehingga dapat disebut sebagai *triple constraint* adalah biaya, jadwal, dan mutu. Manajemen proyek memiliki definisi lebih dari sekedar menjaga hubungan *triple constraint* proyek tetap yang sebanding dengan waktu, biaya serta mutu yang sejalan dengan rencana, hal tersebut juga menjadi sebuah garis dasar untuk pekerjaan di masa yang akan datang (Poornima & Chitra, 2020). Jadwal merupakan pemaparan perencanaan proyek menjadi susunan langkah-langkah pelaksanaan pekerjaan dengan maksud mencapai sasaran (Kusnanto, 2010). Dalam sebuah jadwal terkandung unsur penting berupa waktu, yang mendasari hubungan tiap pekerjaan dalam suatu runtutan kegiatan yang direncanakan. Metode penyusunan jadwal yang umum dipakai yakni diagram jaringan kerja atau *network planning*. Metode ini menggambarkan kegiatan-kegiatan yang ada dalam suatu proyek dalam suatu grafik hubungan. Dalam metode jaringan kerja termuat jalur kritis, dimana pada jalur tersebut ditemui rangkaian kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan pertama sampai pada kegiatan terakhir proyek.

Biaya total pada sebuah proyek konstruksi bisa diperoleh melalui hasil penjumlahan antara biaya langsung dan biaya tidak langsung. Pada penjadwalan proyek, optimasi bisa dilakukan dengan melakukan percepatan waktu sesedikit mungkin pada pelaksanaan kegiatan dengan biaya semaksimal mungkin. Hal tersebut dinamakan *Crash Program*. Pelaksanaan suatu proyek seringkali mengalami keterlambatan dalam keberjalanannya, sehingga terdapat opsi untuk menghadapi masalah tersebut dengan menunaikan percepatan pada penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Salah satu metode percepatan durasi proyek adalah *Time Cost Trade Off* (TCTO). Proses percepatan yang dilakukan hanya diaplikasikan pada kegiatan/aktivitas yang ditemui pada lintasan kritis saja. Penjadwalan proyek konstruksi dapat dikelola dengan mudah melalui bantuan program *Primavera Project Management* seperti yang telah dilakukan oleh Poornima dan Chitra (2020), Widayanti dkk (2017), serta Tom dan Paul (2013). *Primavera Project Planner P6* merupakan versi paling baru dari *software* Primavera dengan fitur-fitur yang memudahkan dalam proses manajemen sebuah proyek.

## METODE

Diagram alir metode pengerjaan penelitian disajikan pada Gambar 1 sebagai berikut:



Gambar 1. Diagram alir tahap metode pengerjaan Penelitian

Penelitian yang penulis lakukan memiliki tujuan untuk menentukan penjadwalan serta optimasi biaya dan waktu dalam sebuah proyek konstruksi. Analisis yang dilakukan sebagai studi kasus yaitu Proyek Penataan Koridor Jl. Ir. Juanda, Surakarta. Analisis pada data yang sudah diperoleh memanfaatkan bantuan program *Primavera Project Planner P6*. Seluruh data yang menyangkut pelaksanaan proyek akan diinput ke dalam program *Primavera P6*, kemudian program akan mengkalkulasi serta menyusun hasil yang diharapkan. Hasil yang akan didapatkan yakni diagram jaringan kerja/*network planning* proyek, *ganttt chart*, serta jalur kritis dari diagram tersebut.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Perencanaan penambahan jam kerja/waktu lembur dengan dengan waktu lembur berdasarkan PP No. 35 Tahun 2021 Pasal 26 adalah menggunakan 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00 – 17.00), sedangkan waktu lembur hanya dapat dilaksanakan paling lama 4 (empat) jam dalam 1 (satu) hari dan 18 (delapan belas) jam dalam 1 (satu) minggu. Patokan upah untuk waktu lembur yakni berdasarkan PP No. 35 Tahun 2021 Pasal 31 adalah upah untuk jam kerja lembur pertama sebesar 1,5 (satu setengah) kali upah 1 jam kerja normal. Sedangkan upah untuk setiap jam kerja lembur berikutnya (jam ke-2 dan seterusnya) sebesar 2 (dua) kali upah 1 jam kerja normal. Perhitungan untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat dihitung berdasarkan biaya langsung pekerjaan sehingga *cost slope* atau penambahan biaya pekerjaan dapat diperoleh. Perhitungan durasi yang dilaksanakan untuk mempercepat pekerjaan pada jalur kritis yakni melalui memberikan tambahan jam kerja dapat dijabarkan sebagai berikut: (a) Waktu kerja normal: 8 jam/hari, (b) Jumlah penambahan jam kerja lembur: 2,5 jam/hari, (c) Produktivitas kerja lembur: 75%, dikarenakan faktor kelelahan, keterbatasan penerangan dan udara yang lebih dingin sehingga memberi imbas menurunnya produktivitas pekerjaan (Arvianto dkk., 2017). Berikut adalah contoh perhitungan durasi dan biaya akibat *crashing* dengan mempertimbangkan referensi dari Rizky dkk., (2019): (Analisis Harga Satuan Pekerjaan diperoleh dari dokumen proyek)

#### A5. Pembongkaran Beton

1. *Normal Cost*:
  - a. Volume Pekerjaan = 134,4 m<sup>3</sup>
  - b. Upah = Rp 92.280,00
  - c. *Normal Duration* = 14 hari
  - = (a x b) = (134,4 x 92.280)
  - = Rp 12.402.432,00
  - e. *Normal Cost Harian* = (d : c) = 12.402.432 : 14
  - = Rp 885.888,00
2. *Crash Duration*:
  - f. Produktivitas Harian = (a : c) = (134,4 : 14) = 9,6 m<sup>3</sup>/hari
  - g. Produktivitas Per Jam = (f : 8) = (9,6 : 8) = 1,2 m<sup>3</sup>/jam
  - h. Produktivitas Harian *Crash* = (f + (3 x g x 75%)) = (9,6 + (3 x 1,2 x 0,75)) = 11,85 m<sup>3</sup>/hari
  - i. *Crash Duration* = (a : h) = (134,4 : 11,85) = ~11 Hari
3. *Crash Cost*:
  - j. Upah Normal Per Jam = (b x g) = (Rp 92.280 x 1,2) = Rp 110.736,00
  - k. Upah Lembur 2,5 jam = (1,5 x j) + (2 x j x 1,5) = (1,5 x 110.736,00) + (2 x 110.736,00 x 1,5) = Rp 498.312,00 / hari
  - l. Total Upah dengan Lembur (*Crash Cost*) = ((k + e) x i) = (498.312 + 885.888) x 11 = Rp 15.226.200,00
4. *Cost Slope*:
 
$$m. \text{ Cost Slope} = \frac{\text{CrashCost} - \text{NormalCost}}{\text{NormalDuration} - \text{CrashDuration}} = \frac{l - d}{c - h}$$

$$\begin{aligned} & \frac{15.226.200 - 12.402.432}{14 - 11} \\ & = \text{Rp } 941.256,00 \end{aligned}$$

**Tabel 1.** Rekapitulasi perhitungan dengan metode penambahan jam kerja

| Kode Analisa | Uraian Pekerjaan                                  | Crash Duration (hari) | Crash Cost (Rp) | Cost Slope (Rp) |
|--------------|---|-----------------------|-----------------|-----------------|
| A            | Bongkar Beton                                     | 11                    | 20.539.166,40   | 941.256,00      |
| B            | Pasang Batu Andesit t 4 cm                        | 17                    | 66.760.714,29   | 715.178,57      |
| C            | Pasang Granit Difabel                             | 17                    | 71.790.392,86   | 1.772.848,21    |
| D            | Pasang Kansteen A                                 | 6                     | 4.618.910,19    | 455.957,59      |
| E            | Pasang Kansteen B                                 | 23                    | 111.586.831,73  | 1.864.030,19    |
| F            | Pasang Kansteen C                                 | 6                     | 12.645.191,65   | 1.243.634,65    |
| G            | Pek. Membuat Lantai Kerja (bawah saluran U-ditch) | 11                    | 160.514.080,29  | 1.564.461,43    |
| H            | Pasang Tutup U-Ditch 100                          | 6                     | 24.870.383,79   | 356.964,26      |
| I            | Pasang Tutup U-Ditch 30                           | 23                    | 73.097.302,61   | 303.396,83      |
| J            | Plesteran 1Pc 5Psr tb 1,5cm Saluran               | 17                    | 32.135.047,80   | 769.745,39      |
| K            | Acian Saluran                                     | 17                    | 12.060.401,20   | 513.163,59      |
| L            | Pek. Pondasi Batu Kali 1 PC 6 Ps                  | 6                     | 5.631.933,57    | 352.788,27      |
| M            | Pek, Sloof Praktis 15x20 cm                       | 28                    | 321.578.724,00  | 1.307.742,86    |
| N            | Pas. Batu Bata 1/2 bata 1 PC 5 Ps                 | 11                    | 33.742.396,06   | 817.669,19      |
| O            | Pengecatan Tembok baru                            | 11                    | 30.602.282,55   | 727.883,73      |
| P            | Sambung Daya Listrik                              | 6                     | 1.097.839,29    | 278.119,29      |
| Q            | Instalasi Kabel NYY 3x6                           | 28                    | 233.246.400,00  | 749.485,71      |
| R            | Instalasi Kabel NYY 3x2,5                         | 17                    | 47.414.084,57   | 333.521,14      |

Tabel 1 diatas menunjukkan percepatan atau *crashing* yang dilakukan dengan menggunakan metode penambahan jam kerja. Penambahan jam kerja yang dilakukan dapat mempersingkat *crash duration* sebanyak tiga hari.

### Penambahan Tenaga Kerja

Perencanaan penambahan jumlah tenaga kerja didefinisikan sebagai jumlah pekerja yang ditambahkan untuk melaksanakan suatu kegiatan/aktivitas tanpa menambahkan jam kerja. Perencanaan penambahan jumlah tenaga kerja juga perlu dibarengi dengan penambahan tenaga pengawasan, karena produktivitas kerja cenderung menurun seiring dengan berkurangnya ruang kerja yang tersedia. Perhitungan durasi mempercepat pekerjaan pada jalur kritis dengan menambahkan tenaga kerja dijelaskan menurut Raharjo & Musyafa (2018) sebagai berikut:

(Analisis Harga Satuan Pekerjaan diperoleh dari dokumen proyek)

#### A5. Pembongkaran Beton

##### 1. Data Pekerjaan:

- a. Volume Pekerjaan = 134,4 m<sup>3</sup>
- b. Upah = Rp 92.280,00
- c. *Normal Duration* = 14 hari

##### 2. Kapasitas Kerja per Hari:

- Koefisien tenaga kerja:
- Pekerja = 1,2
- Mandor = 0,12

$$\text{a. Kapasitas Kerja} = \frac{1}{\text{Koefisien Tenaga Kerja}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{1,2} = 0,8333 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{12} = 8,333 \text{ m}^2/\text{hari}$$

3. Indeks Tenaga Kerja per Hari:

$$\text{a. Indeks Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Kerja} \times \text{Waktu Pekerjaan}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{134,4}{0,833 \times 14} = 11,52 \text{ OH}$$

$$\text{Mandor} = \frac{134,4}{0,833 \times 14} = 1,152 \text{ OH}$$

4. *Normal Cost*:

$$\begin{aligned} \text{a. HSP Pekerja} &= \text{Koefisien Tenaga Kerja} \times \text{HSU} \\ \text{Pekerja} &= 1,2 \times \text{Rp } 68.000 = \text{Rp } 81.600,00 \\ \text{Mandor} &= 0,12 \times \text{Rp } 89.000 = \text{Rp } 10.680,00 \\ \text{Jumlah} &= \text{Rp } 92.280,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Normal Cost Pekerja} &= \text{Harga Upah} \times \text{Volume} \\ &= \text{Rp } 92.280,00 \times 134,4 \\ &= \text{Rp } 12.402.432,00 \end{aligned}$$

5. *Crash Duration*:

$$\begin{aligned} \text{a. Durasi } \textit{Crashing} \text{ dengan menambahkan 1 pekerja} &= \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Kerja} \times (\text{Waktu Pekerjaan} + 1)} \\ \text{Pekerja} &= \frac{134,4}{0,833 \times (11,52 + 1)} = 12,882 \sim 13 \text{ hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{134,4}{0,833 \times (1,152 + 1)} = 7,494 \sim 8 \text{ hari} \end{aligned}$$

Digunakan durasi yang terpanjang yaitu 13 hari.

6. *Crash Cost*:

$$\begin{aligned} \text{a. Crash Cost (Pekerja)} &= \text{HSU} \times (\text{OH} + 1) \times \text{Durasi } \textit{Crash} \\ &= (\text{HSU} \times (e + 1) \times h) \\ \text{Pekerja} &= \text{Rp } 68.000 \times (11,52 + 1) \times 13 = \text{Rp } 11.067.680,00 \\ \text{Mandor} &= \text{Rp } 89.000 \times (1,152 + 1) \times 13 = \text{Rp } 2.489.864,00 \\ \hline \text{Jumlah} &= \text{Rp } 13.557.544,00 \end{aligned}$$

7. *Cost Slope*:

$$\begin{aligned} \text{a. Cost Slope} &= \frac{\text{CrashCost} - \text{NormalCost}}{\text{NormalDuration} - \text{CrashDuration}} \\ &= \frac{l - d}{c - h} = \frac{\text{Rp } 13.557.544,00 - \text{Rp } 12.402.432,00}{14 - 13} = \text{Rp } 1.155.112,00 \end{aligned}$$

**Tabel 2.** Rekapitulasi Perhitungan Dengan Metode Penambahan Tenaga Kerja

| Kode Analisa | Uraian Pekerjaan                    | Crash Duration (hari) | Crash Cost (Rp) | Cost Slope (Rp) |
|--------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| A            | Bongkar Beton                       | 13                    | 20.539.166,40   | 941.256,00      |
| B            | Pasang Batu Andesit t 4 cm          | 19                    | 66.760.714,29   | 715.178,57      |
| C            | Pasang Granit Difabel               | 20                    | 71.790.392,86   | 1.772.848,21    |
| D            | Pasang Kansteen A                   | 6                     | 4.618.910,19    | 455.957,59      |
| E            | Pasang Kansteen B                   | 27                    | 111.586.831,73  | 1.864.030,19    |
| I            | Pasang Tutup U-Ditch 30             | 25                    | 73.097.302,61   | 303.396,83      |
| J            | Plesteran 1Pc 5Psr tb 1,5cm Saluran | 18                    | 32.135.047,80   | 769.745,39      |
| K            | Acian Saluran                       | 16                    | 12.060.401,20   | 513.163,59      |
| L            | Pek. Pondasi Batu Kali 1 PC 6 Ps    | 4                     | 5.631.933,57    | 352.788,27      |
| M            | Pek, Sloof Praktis 15x20 cm         | 33                    | 321.578.724,00  | 1.307.742,86    |
| O            | Pengecatan Tembok baru              | 12                    | 30.602.282,55   | 727.883,73      |
| P            | Sambung Daya Listrik                | 5                     | 1.097.839,29    | 278.119,29      |
| Q            | Instalasi Kabel NYY 3x6             | 31                    | 233.246.400,00  | 749.485,71      |
| R            | Instalasi Kabel NYY 3x2,5           | 16                    | 47.414.084,57   | 333.521,14      |

Tabel 2 menunjukkan percepatan atau *crashing* yang dilakukan dengan menggunakan metode penambahan tenaga kerja. Penambahan satu tenaga kerja yang dilakukan dapat mempersingkat *crash duration* sebanyak satu hari.

### Analisis Biaya

Biaya langsung sehabis dilakukan *crashing* cenderung naik sedangkan untuk biaya tidak langsungnya menurun. Besaran biaya *overhead* dan *profit* pada penelitian ini diambil 15% dari RAB. Berdasarkan Perpres 70/2012 Pasal 92 ayat 3 tentang Penyesuaian Harga menyatakan bahwa Koefisien Tetap yang terdiri dari biaya *overhead* dan *profit* apabila harga penawaran tidak mencantumkan besarnya maka koefisien tetapnya sebesar 0,15 (15%), Dengan biaya *overhead* sebesar 5% dan *profit* sebesar 10% dari RAB. Adapun perhitungan biaya langsung dan tidak langsung sebelum dan setelah optimasi adalah sebagai berikut:

Diketahui:

- a. Nilai RAB + Pajak = Rp 13.968.584.000,00
- b. *Profit* (10%) = Rp 13.968.584.000,00 x 10%  
= Rp 1.396.858.400,00
- c. *Overhead* (5%) = Rp 13.968.584.000,00 x 5%  
= Rp 698.429.200,00

#### 1. Biaya Proyek Kondisi Normal

- a. Durasi Proyek = 212 hari
- b. Biaya Langsung = Rp 13.968.584.000,00
- c. Biaya Tidak Langsung:  
*Overhead* = Rp 698.429.200,00  
*Profit* = Rp 1.396.858.400,00  
*Overhead + Profit* = Rp 2.095.287.600,00
- d. Biaya *Overhead* per hari = Rp 698.429.200,00 / 212 hari  
= Rp 3.294.477,00 / hari
- e. Total Biaya Proyek = Biaya Langsung + Biaya Tidak Langsung  
= Rp 13.968.584.000,00 + Rp 2.095.287.600  
= Rp 16.063.871.600,00

#### 2. Biaya Proyek dengan *Crashing* Metode 1 (Penambahan Jam Kerja)

- a. Durasi Baru Proyek = 189 hari
- b. Durasi Percepatan = 212 – 189 = 23 hari
- c. Biaya Langsung = Rp 14.034.303.600,00
- d. Biaya Tidak Langsung:  
*Overhead* = Durasi Baru Proyek x Biaya *Overhead* per hari  
= 189 x Rp 3.294.477,00  
= Rp 622.656.153,00  
*Profit* = Rp 1.396.858.400,00

- Overhead + Profit* = Rp 2.019.514.553,00
- e. Total Biaya Proyek = Biaya Langsung + Biaya Tidak Langsung  
 = Rp 14.034.303.600,00 + Rp 2.019.514.553,00  
 = Rp 16.053.818.153,00
3. Biaya Proyek dengan *Crashing* Metode 2 (Penambahan Tenaga Kerja)
- a. Durasi Baru Proyek = 197 hari
- b. Durasi Percepatan = 212 – 197 = 15 hari
- c. Biaya Langsung = Rp14.000.230.995,71
- d. Biaya Tidak Langsung:  
*Overhead* = Durasi Baru Proyek x Biaya *Overhead* per hari  
 = 197 x Rp 3.294.477,00  
 = Rp 649.011.969,00  
*Profit* = Rp 1.396.858.400,00  
*Overhead + Profit* = Rp 2.045.870.369,00
- e. Total Biaya Proyek = Biaya Langsung + Biaya Tidak Langsung  
 = Rp14.000.230.995,71 + Rp 2.045.870.369,00  
 = Rp 16.046.101.360,00

Berikut adalah Tabel 3 yang berisi tentang rekapitulasi perbandingan durasi, biaya langsung dan tidak langsung serta biaya total antara proyek dengan kondisi normal dan proyek setelah dilakukan optimasi.

**Tabel 3.** Perbandingan biaya total proyek

| Kondisi Proyek        | Durasi Total (hari) | Biaya Langsung (Rp) | Biaya Tidak Langsung (Rp) | Biaya Total (Rp)  |
|-----------------------|---------------------|---------------------|---------------------------|-------------------|
| Kondisi Proyek Normal | 212                 | 13.968.584.017,11   | 2.095.287.600,00          | 16.063.871.600,00 |
| Optimasi Metode 1     | 189                 | 14.034.303.600,49   | 2.019.514.553,00          | 16.053.818.153,00 |
| Optimasi Metode 2     | 197                 | 14.000.230.995,71   | 2.045.870.369,00          | 16.046.101.360,00 |
| Selisih Metode 1      | 23                  | 65.719.583,37       | -75.773.047,00            | -10.053.447,00    |
| Selisih Metode 2      | 15                  | 31.646.978,59       | -49.417.231,00            | -17.770.240,00    |

Setelah melakukan optimasi dengan melakukan *crashing* terhadap aktivitas-aktivitas yang berada pada jalur kritis, maka selanjutnya adalah perhitungan biaya langsung dan tidak langsung. Setelah dilakukan *crashing*, biaya langsung cenderung akan mengalami kenaikan sedangkan untuk biaya tidak langsung akan mengalami penurunan. Pada penelitian ini besaran daripada biaya *overhead* dan profit diambil 15% dari RAB. Berdasarkan Perpres 70/2012 Pasal 92 ayat 3 tentang Penyesuaian Harga, menyatakan bahwa Koefisien Tetap yang terdiri dari biaya *overhead* dan profit apabila harga penawaran tidak mencantumkan besarnya maka koefisien tetapnya sebesar 0,15 (15%) dengan rincian biaya *overhead* sebesar 5% dan profit sebesar 10% dari RAB. Rekapitulasi perbandingan durasi, biaya langsung, dan tidak langsung serta biaya total antara proyek dengan kondisi normal dan proyek setelah dilakukan optimasi dapat dilihat pada Tabel 3.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang bisa ditarik yakni sebagai berikut:

1. Penerapan Metode TCTO untuk analisis optimasi waktu dan biaya menggunakan 2 cara, yaitu penambahan jam kerja dan penambahan jumlah pekerja.
2. Hasil optimasi waktu pada Proyek Penataan Koridor Jl. Ir. Juanda, Surakarta dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* yang berfokus pada dua metode percepatan menggunakan program *Primavera Project Planner P6*, diperoleh durasi baru (*Crash Duration*) untuk penyelesaian proyek menggunakan Metode 1: Penambahan Jam Kerja adalah 189 hari (lebih cepat 23 hari dari durasi normal), sedangkan total durasi penyelesaian proyek menggunakan Metode 2: Penambahan Tenaga Kerja adalah 197 hari (lebih cepat 15 hari dari durasi normal). Durasi normal sendiri adalah 212 hari.
3. Hasil optimasi biaya pada Proyek Penataan Koridor Jl. Ir. Juanda, Surakarta dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off* yang berfokus pada dua metode percepatan menggunakan program *Primavera Project Planner P6*, diperoleh total biaya baru (*Crash Cost*) untuk penyelesaian proyek menggunakan Metode 1: Penambahan Jam Kerja yaitu Rp 16.053.818.153,00 (lebih rendah Rp 10.053.447,00 dari biaya normal) sedangkan total biaya

penyelesaian proyek menggunakan Metode 2: Penambahan Tenaga Kerja yaitu Rp 16.046.101.360,00 (lebih rendah Rp 17.770.240,00 dari biaya normal). Biaya normalnya sendiri adalah sebesar Rp 16.063.871.600,00

## REKOMENDASI

Beberapa saran yang bisa dilakukan ketika terdapat penelitian selanjutnya yang masih berkaitan dengan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan program Primavera Project Planner P6 untuk melakukan optimasi waktu dan biaya proyek dengan metode TCTO.
2. Penelitian selanjutnya dapat melakukan optimasi pada proyek yang masih berjalan sehingga hasil analisis dapat disampaikan kepada pihak pelaksana proyek.
3. Pada perencanaan penjadwalan suatu proyek dapat dilakukan spekulasi optimasi metode TCTO terhadap penjadwalan yang sudah ada.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak-pihak terkait di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret yang telah membantu, memfasilitasi, dan mendukung penelitian ini.

## REFERENSI

- Apriyanto, D., 2016, "Penerapan Program Primavera 6.0 untuk Menganalisis Konsep Nilai Hasil (Studi Kasus Proyek Pembangunan Kantor Polres Purworejo)", Universitas Muhammadiyah Purworejo.
- Fajerin, Y.A., 2010, "Analisis Konsep Nilai Hasil pada Proyek Rehabilitasi Rumah Sakit Ortopedi Surakarta dengan Program Primavera 6.0", Program Studi Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Kisworo, R.W., Handayani, F.S., dan Sunarmasto, 2017, "Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off dengan Penambahan Jam Kerja Lembur dan Jumlah Alat Berat", Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Poornima, K.J. and Chitra, G., 2020. Application of Value Engineering for an Institutional Building. *Journal of Advances in Civil Engineering and Management*, 3(1, 2).
- Poornima, S. and Chitra, G., 2020. Monitoring of an Institutional Building Using Primavera P6 (Professional R8. 3) Software. *Journal of Engineering Analysis and Design*, 2(1, 2, 3).
- Raharjo, R.W. dan Musyafa, R., 2018, "Analisis Percepatan Proyek dengan Metode Penambahan Tenaga Kerja", Program Studi Teknik Sipil dan Perencanaan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Indonesia
- Rizky, M. F., dkk, "Analisis Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi Supermall Pakuwon Indah Phase 4 Anderson Surabaya", Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya.
- Tarore, M.K.H. & Walangitan, D.R.O., 2012. "Analisis Optimasi Waktu dan Biaya dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus: Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading)", Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sam Ratulangi Manado.
- Tom A. F., Paul, S., 2013. Project Monitoring and Controlling using Primavera. *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*.2(3).
- Widayanti, D.A., Hartono, W. and Sugiyarto, S., 2017. Pengendalian Biaya dan Waktu dengan Menerapkan Metode Earned Value Analysis (EVA) Menggunakan Software PRIMAVERA PROJECT PLANNER P6 (Studi Kasus Proyek Pembangunan Hotel Brothers 2 Solo Baru, Sukoharjo). *Matriks Teknik Sipil*, 5(4).