

# ANALISIS OPTIMASI WAKTU DAN BIAYA PROYEK DENGAN PENAMBAHAN SUMBER DAYA MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF*

I Made Ferian Panji Nugraha<sup>1)</sup>, Made Sudiarsa<sup>2)</sup>, dan Evin Yudhi Setyono<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Kampus Bukit Jimbaran, Badung

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Kampus Bukit Jimbaran, Badung

<sup>3)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bali, Kampus Bukit Jimbaran, Badung  
E-mail: [ferianpanji@mail.com](mailto:ferianpanji@mail.com)<sup>1)</sup>, [sudiarsa@pnb.ac.id](mailto:sudiarsa@pnb.ac.id)<sup>2)</sup>, [yudhisetyono@pnb.ac.id](mailto:yudhisetyono@pnb.ac.id)<sup>3)</sup>

## *Abstract*

*Delayed completion of construction projects often leads to significant cost escalation and stands as a primary factor in project failure. This study aims to analyze project timeline acceleration and additional costs resulting from the augmentation of project resources using the Time Cost Trade Off method in the Proyek Pengembangan Gedung Rawat Inap Sekar Agung Rumah Sakit Ari Canti, Gianyar. Based on field data analysis, the project's progress indicated a delay with a deviation of - 0.76% in week 15. To address the potential for greater delay, researchers reduced work durations on critical paths through the Crashing method, utilizing Microsoft Project software. Worker productivity data was gathered from the field and processed using the Time Study method. Research findings reveal that augmenting project resources allows a 35-day acceleration in project timelines from the normal duration of 348 days, resulting in an optimal end duration of 313 days. The optimal cost incurred amounts to Rp31,568,037,631.00, resulting in a total cost savings of approximately Rp311,262,369.00.*

**Keywords:** optimization, time, cost, project

## **Abstrak**

Keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi sering kali mengakibatkan peningkatan biaya yang signifikan dan menjadi salah satu faktor utama kegagalan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis percepatan waktu proyek dan biaya tambahan yang dihasilkan dari penambahan sumber daya proyek dengan penerapan metode *Time Cost Trade Off* pada Proyek Pengembangan Gedung Rawat Inap Sekar Agung Rumah Sakit Ari Canti, Gianyar. Berdasarkan hasil analisis data lapangan, progres pekerjaan pada proyek ini terindikasi mengalami keterlambatan dengan deviasi sebesar -0,76% pada minggu ke 15. Untuk mengatasi potensi keterlambatan yang lebih besar, peneliti mereduksi durasi pekerjaan pada jalur kritis melalui metode *Crashing* menggunakan program *Microsoft Project*. Data produktivitas pekerja diperoleh dari pengamatan lapangan dan diolah menggunakan metode *Time Study*. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa penambahan sumber daya proyek memungkinkan percepatan waktu proyek sebesar 35 hari dari durasi normal 348 hari, sehingga menghasilkan durasi optimal akhir 313 hari. Biaya optimum yang dihasilkan sebesar Rp31.568.037.631,00, dan menghasilkan penghematan biaya total sekitar Rp311.262.369,00.

**Kata Kunci:** optimasi, waktu, biaya, proyek

## **PENDAHULUAN**

Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang saling berkaitan antar unsur-unsur penyusunnya dan mengerahkan sumber daya yang tersedia untuk mencapai suatu tujuan atau sasaran tertentu. Proyek biasanya bersifat unik (tidak ada yang bersifat sama

persis) dan terbatas terdapat tiga batasan atau halangan dalam pelaksanaan proyek tersebut yang biasa disebut sebagai *Triple Constraint* dan terdiri dari waktu, biaya dan mutu (Sudipta, 2019). Pada umumnya, mutu konstruksi merupakan elemen dasar yang harus dijaga untuk senantiasa sesuai dengan perencanaan. Namun demikian, pada kenyataannya sering terjadi pembengkakan biaya akibat keterlambatan waktu pelaksanaan.

Berdasarkan hasil penelitian Fitri dkk, (2019) pada proyek pembangunan *Cinere Terrace Apartement & Citywalk Jakarta* yang mengalami keterlambatan proyek selama 12 minggu, kerugian biaya proyek mencapai Rp 45.125.278.703,6 yaitu sebesar 25% dari total biaya yang direncanakan. Apabila sebuah proyek mengalami keterlambatan, maka sudah bisa dipastikan proyek tersebut akan mengalami perpanjangan jangka waktu penyelesaian, sehingga perlu adanya usaha untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek, yang umumnya dikenal sebagai akselerasi proyek. Penelitian ini akan mengulas tentang masalah penundaan dalam proyek Pengembangan Gedung Rawat Inap Sekar Agung Rumah Sakit Ari Canti Gianyar.

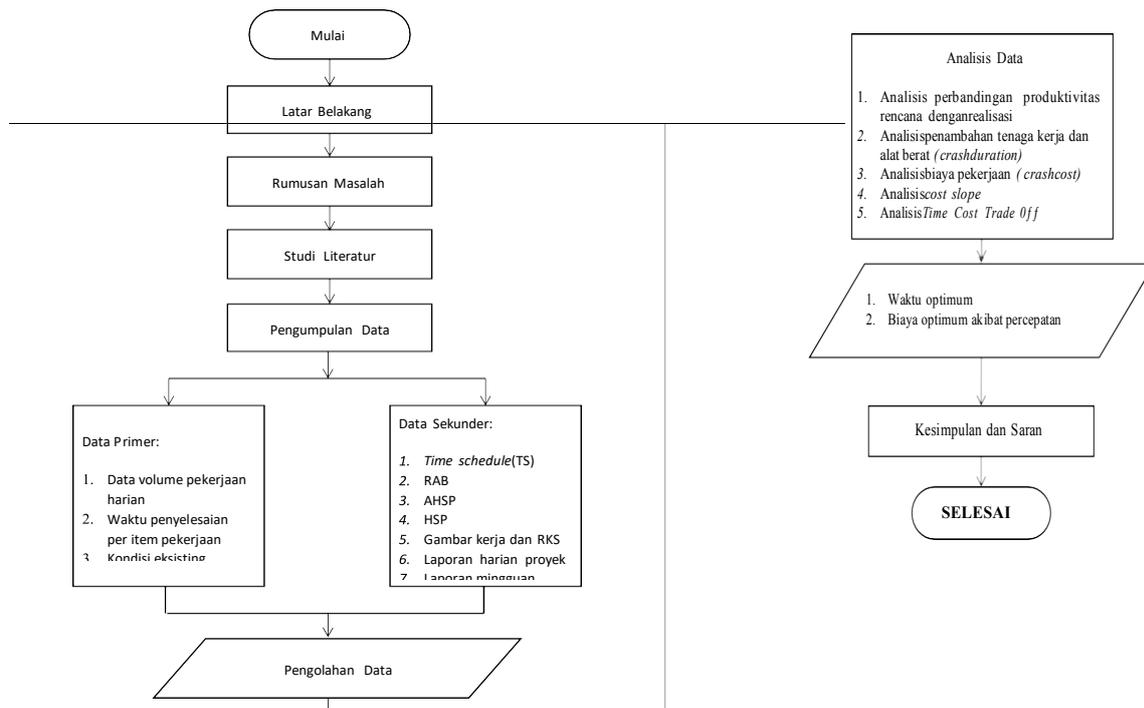
Penelitian ini dilatarbelakangi oleh temuan pada data lapangan yang bersumber dari *time schedule* realisasi pekerjaan. Sesuai data lapangan yang diperoleh menunjukkan bahwa progres pekerjaan terindikasi mengalami keterlambatan pada minggu ke-15 dengan deviasi sebesar -0,76%. Atas dasar tersebut maka peneliti berinisiatif mengambil tindakan untuk mengantisipasi potensi keterlambatan yang lebih besar dengan mereduksi durasi pekerjaan pada jalur kritis (*crashing*). Adapun alternatif yang digunakan untuk melakukan percepatan durasi adalah dengan penambahan sumber daya proyek berupa penambahan tenaga kerja dan alat berat pada item pekerjaan yang dilalui jalur kritis. Penambahan sumber daya yang dimaksud adalah penambahan tenaga kerja dengan formasi 2 pekerja dan 2 tukang, Sedangkan penambahan alat berat berupa 1 *excavator* pada pekerjaan galian tanah, *dump truck*, dan 1 *concrete pump* pada pekerjaan pengecoran.

Percepatan durasi proyek akan berdampak pada biaya yang dikeluarkan. Oleh karena itu, untuk mencapai percepatan waktu yang optimal dengan biaya yang efisien, peneliti menerapkan metode *time cost trade off*. Melalui penerapan metode ini, peneliti akan mengetahui berapa percepatan waktu dan jumlah biaya optimum yang didapat akibat dari penambahan sumber daya proyek. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi

kepada berbagai pihak diantaranya instansi, praktisi maupun masyarakat umum mengenai potensi percepatan durasi proyek yang dapat dicapai melalui penambahan tenaga kerja dan alat berat dengan menerapkan metode *time cost trade off*.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan rancangan penelitian deskriptif kuantitatif. Penelitian deskriptif kuantitatif adalah penelitian yang dilakukan dengan mengumpulkan data dengan jumlah yang banyak sesuai dengan yang dibutuhkan, lalu data tersebut akan diinterpretasikan, dianalisa, dan digunakan untuk menarik kesimpulan mengenai keadaan objek yang diteliti berdasarkan data yang diperoleh (Elkanadi dkk, 2018).



**Gambar 1.** Bagan alir penelitian

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel bebas yaitu metode *time cost trade off* serta variabel terikat yaitu waktu dan biaya proyek dengan beberapa instrumen penelitiannya yakni formulir pencatatan *time study*, formulir kondisi eksisting, formulir pedoman dokumentasi, aplikasi *microsoft project*, dan aplikasi *microsoft excel*.

Pada tahapan analisis data, langkah pertama yang dilakukan adalah menyusun rencana kerja untuk mengetahui item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis dengan metode CPM (*critical path method*) pada aplikasi *microsoft project*. Setelah pekerjaan lintasan kritis diketahui, dilanjutkan dengan proses analisis perbandingan produktivitas

rencana dan realisasi. Data produktivitas realisasi yang digunakan pada penelitian, berasal dari data hasil observasi lapangan (aktual) dan diolah menggunakan metode *time study*. Data tersebut, lalu dianalisis untuk diketahui deviasi antara produktivitas realisasi dan rencana. Melalui deviasi produktivitas, dapat diketahui perbandingan antara durasi waktu pelaksanaan pekerjaan rencana dan realisasi. Pada pekerjaan jalur kritis, beberapa pekerjaan yang mengalami deviasi produktivitas antara rencana dan realisasi menghasilkan durasi keterlambatan.

Untuk menghindari keterlambatan durasi realisasi pekerjaan tersebut menjadi lebih besar, maka dilakukan penambahan sumber daya yaitu jumlah tenaga kerja maupun alat berat yang akan digunakan. Melalui penambahan sumber daya tersebut, akan menghasilkan durasi percepatan (*crash duration*) atau percepatan waktu dari waktu normal. Hasil *crash duration* pada penambahan tenaga kerja dan alat berat akan menghasilkan biaya baru yang dikeluarkan sebesar durasi *crash*-nya atau disebut sebagai *crash cost*. Melalui durasi percepatan biaya pekerjaan dipercepat (*crash cost*), selanjutnya dilakukan analisis *cost slope*. Nilai *cost slope* ini adalah acuan yang digunakan untuk menganalisis waktu dan biaya menggunakan metode *time cost trade off* untuk menghasilkan waktu dan biaya optimum proyek dari hasil percepatan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Perbandingan Produktivitas Rencana dengan Realisasi

Perhitungan perbandingan produktivitas rencana dengan realisasi bertujuan untuk mengetahui seberapa besar deviasi antara produktivitas rencana dengan realisasi yang nantinya akan bermuara pada waktu penyelesaian proyek konstruksi. Langkah awal yang dilakukan adalah melakukan penyusunan jaringan kerja yang nantinya akan menghasilkan lintasan kritis. Setelah diketahui pekerjaan yang dilalui lintasan kritis maka selanjutnya melakukan perhitungan produktivitas realisasi dengan metode *time study* dengan tahapan sebagai berikut :

a) Perhitungan *basic time*

$$\text{Basic Time (BT)} = \text{OT} \times \frac{\text{Rate}}{\text{Standard Rating}}$$

b) Perhitungan *standard time*

$$\text{Standard Time (ST)} = \text{Total BT} + \left( \frac{\text{Total BT}}{\text{Total \%}} \right)$$

c) Perhitungan produktivitas grup pekerja

$$\text{Produktivitas grup pekerja} = \left( \frac{\text{Output}}{\text{Standard Time}} \times 480 \right)$$

Keterangan :

OT : Waktu hasil pengamatan (menit)

Output : Hasil perhitungan volume pekerjaan yang terselesaikan

Selanjutnya dilakukan perhitungan produktivitas harian rencana dengan rumus :

$$\text{Produktivitas tenaga kerja per hari} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$$

Setelah mendapatkan hasil produktivitas riil lapangan dan produktivitas harian rencana, maka langkah dilanjutkan dengan membandingkan durasi keduanya untuk mengetahui deviasi. Berikut data perbandingan seperti tabel dibawah ini :

**Tabel 1.** rekapitulasi perbandingan durasi rencana dengan realisasi

| No. | Item Pekerjaan                  | Durasi Rencana (Hari) | Durasi Hasil Time Study (Hari) | Deviasi (Hari) |
|-----|---------------------------------|-----------------------|--------------------------------|----------------|
| 1   | 2                               | 3                     | 4                              | 5 = 4 - 3      |
| A   | PEKERJAAN STRUKTUR              |                       |                                |                |
| I   | Pekerjaan Tanah                 | 28,0                  | 55,2                           | 27,2           |
| II  | Pekerjaan Struktur Lantai Dasar | 56,0                  | 74,2                           | 18,2           |
| III | Pekerjaan Struktur Lantai Satu  | 49,0                  | 62,1                           | 13,1           |
| IV  | Pekerjaan Struktur Lantai Dua   | 49,0                  | 65,3                           | 16,3           |
| V   | Pekerjaan Struktur Lantai Tiga  | 49,0                  | 68,4                           | 19,4           |
| VI  | Pekerjaan Struktur Atap         | 56,0                  | 77,8                           | 21,8           |

### **Analisis Penambahan Tenaga Kerja dan Alat Berat (*Crash Duration*)**

Selanjutnya dilakukan perhitungan percepatan dengan alternatif penambahan tenaga kerja dan alat berat agar dapat diketahui *crash duration*. Penambahan tenaga kerja dengan formasi 2 pekerja dan 2 tukang, Sedangkan penambahan alat berat berupa 1 *excavator* pada pekerjaan galian tanah, *dump truck*, dan 1 *concrete pump* pada pekerjaan pengecoran. Perhitungan produktivitas per pekerjaan bersumber dari produktivitas grup pekerja hasil perhitungan *time study*

### **Analisis Biaya Pekerjaan (*Crash Cost*)**

Setelah dilakukan penambahan sumber daya proyek maka selanjutnya melakukan perhitungan biaya yang dikeluarkan akibat percepatan durasi dengan rumus biaya total penambahan tenaga kerja akibat percepatan durasi – biaya total pekerja dengan durasi normal.

## Analisis Cost Slope

Setelah *crash cost* diketahui, langkah selanjutnya yaitu perhitungan *cost slope* pada penambahan tenaga kerja dan dan penambahan alat berat. Pada perhitungan *cost slope* menggunakan Microsoft excel 2019, dengan rumus:

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

Semua hasil dari analisis *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* disajikan pada **Tabel 2** dengan tujuan untuk menampilkan perbandingan antara durasi normal dengan durasi hasil percepatan, biaya normal dengan biaya hasil percepatan dan mengetahui besar *cost slope* yang dihasilkan.

**Tabel 2.** rekapitulasi perbandingan waktu dan total biaya proyek

| No. | Item Pekerjaan                  | Normal Duration | Crash Duration | Normal Cost    | Crash Cost     | Cost Slope    |
|-----|---------------------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|
| 1   | 2                               | 3               | 4              | 5              | 6              | 7 = 6 - 5     |
| A   | PEKERJAAN STRUKTUR              |                 |                |                |                |               |
| 1   | Pekerjaan Tanah                 | 28              | 5              | Rp 22.065.210  | Rp 29.434.795  | Rp 7.369.585  |
| II  | Pekerjaan Struktur Lantai Dasar |                 |                |                |                |               |
| 1   | Pek. Borepile D30               | 49              | 32             | Rp 930.625.472 | Rp 955.447.319 | Rp 24.821.847 |
| 2   | Pek. Pilecap type P1            | 14              | 11             | Rp 19.599.436  | Rp 20.888.730  | Rp 1.289.294  |
| 3   | Pek. Sloof TB1 Uk. 30x45        | 42              | 28             | Rp 367.221.013 | Rp 403.121.129 | Rp 35.900.116 |
| 4   | Pek. Kolom type K1 Uk. 60x60    | 28              | 19             | Rp 277.948.687 | Rp 281.575.057 | Rp 3.626.369  |
| III | Pekerjaan Struktur Lantai Satu  |                 |                |                |                |               |
| 1   | Pek. Balok type B1 Uk. 35x60    | 21              | 9              | Rp 206.375.564 | Rp 211.495.715 | Rp 5.120.151  |
| 2   | Pek. Balok type B2 Uk. 30x50    | 14              | 13             | Rp 232.398.171 | Rp 238.624.324 | Rp 6.226.153  |
| 3   | Pek. Plat Lantai Satu type S2   | 35              | 24             | Rp 930.678.503 | Rp 966.930.713 | Rp 36.252.211 |
| 4   | Pek. Kolom type K1 Uk. 60x60    | 14              | 13             | Rp 296.301.837 | Rp 301.226.087 | Rp 4.924.249  |
| IV  | Pekerjaan Struktur Lantai Dua   |                 |                |                |                |               |
| 1   | Pek. Balok type B4 Uk. 20x40    | 7               | 6              | Rp 36.878.668  | Rp 40.218.911  | Rp 3.340.244  |
| 2   | Pek. Plat Lantai Dua type S2    | 35              | 23             | Rp 767.383.098 | Rp 808.209.476 | Rp 40.826.379 |
| 3   | Pek. Kolom type K1 Uk. 60x60    | 14              | 13             | Rp 296.301.837 | Rp 306.514.080 | Rp 10.212.242 |
| V   | Pekerjaan Struktur Lantai Tiga  |                 |                |                |                |               |
| 1   | Pek. Balok type B1 Uk. 35x60    | 21              | 13             | Rp 78.659.786  | Rp 83.093.274  | Rp 4.433.488  |
| VI  | Pekerjaan Struktur Atap         |                 |                |                |                |               |
| 1   | Pek. Balok type B1 Uk. 35x60    | 7               | 5              | Rp 33.302.304  | Rp 35.001.317  | Rp 1.699.013  |
| 2   | Pek. Balok type B3 Uk. 20x45    | 7               | 5              | Rp 6.643.281   | Rp 8.822.628   | Rp 2.179.347  |
| 3   | Pek. Balok type B4 Uk. 20x40    | 7               | 6              | Rp 32.996.703  | Rp 34.200.021  | Rp 1.203.318  |
| 4   | Pek. Balok type B7 Uk. 25x50    | 7               | 5              | Rp 4.645.969   | Rp 6.076.030   | Rp 1.430.062  |
| 5   | Pek. Plat Lantai Atap type S2   | 28              | 19             | Rp 693.444.872 | Rp 725.810.433 | Rp 32.365.561 |
| 6   | Pek. Plat Lantai Atap type S3   | 28              | 16             | Rp 63.155.712  | Rp 70.583.953  | Rp 7.428.240  |

|    |   |    |    |    |            |    |            |    |           |
|----|---|----|----|----|------------|----|------------|----|-----------|
| 7  | Pek. Kolom type K4 Uk. 25x50x50         | 21 | 11 | Rp | 37.391.662 | Rp | 43.936.783 | Rp | 6.545.121 |
| 8  | Pek. Balok dudukan mesin Lift Uk. 20x30 | 28 | 16 | Rp | 9.495.965  | Rp | 15.241.612 | Rp | 5.745.647 |
| 9  | Pek. Plat Dudukan mesin Lift            | 28 | 16 | Rp | 9.784.096  | Rp | 14.724.132 | Rp | 4.940.035 |
| 10 | Pek. Balok atap Lift Uk. 20x30          | 28 | 16 | Rp | 7.121.974  | Rp | 12.824.183 | Rp | 5.702.209 |
| 11 | Pek. Plat atap Lift                     | 21 | 12 | Rp | 82.119.318 | Rp | 89.535.251 | Rp | 7.415.932 |
| 12 | Pek. Kolom type K5 Uk. 20x35            | 28 | 16 | Rp | 26.603.414 | Rp | 32.640.325 | Rp | 6.036.911 |
| 13 | Pek. Ring Balok B8 Uk. 20x30            | 28 | 18 | Rp | 47.439.663 | Rp | 56.918.573 | Rp | 9.478.910 |

### Analisis *Time Cost Trade Off* (TCTO)

Percepatan dengan metode *time cost trade off* dilakukan dengan cara melakukan kompresi pada aktivitas atau item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis. Kompresi dari item pekerjaan lintasan kritis dimulai dari item pekerjaan yang memiliki nilai *cost slope* terendah menggunakan *microsoft excel* 2019. Selain menghitung *cost slope*, pada tahapan ini juga dilakukan perhitungan biaya langsung dengan persentase 90% dan biaya tidak langsung sebesar 10% dari nilai kontrak. Berikut merupakan contoh perhitungan metode *Time Cost Trade Off* pada Proyek Pengembangan Gedung Rawat Inap Sekar Agung Rumah Sakit Ari Canti, Gianyar sebagai berikut :

Diketahui :

- Durasi Proyek = 348 Hari
- Biaya Langsung = Rp 28.691.370.000,00
- *Cost Slope* = Rp 192.634,84.
- Biaya Tidak Langsung = Rp 3.187.930.000,00

Sehingga diperoleh :

- Total Biaya Langsung = Biaya Langsung + *Cost Slope*  
= Rp 28.691.370.000,00 + Rp 192.634,84.  
= Rp 28.691.562.635,00

- Biaya Tidak Langsung = Biaya Tidak Langsung Per Hari x Durasi Proyek  
= Rp 9.160.718,40 x 348 Hari  
= Rp 3.187.930.000,00

- Biaya Total Proyek = Total Biaya Langsung + Biaya Tidak Langsung  
= Rp 28.691.562.635,00 + Rp 3.187.930.000,00  
= Rp 31.879.492.635,00

Seluruh perhitungan diatas dilakukan hingga durasi proyek mencapai langkah percepatan maksimal dimana durasi proyek menjadi 313 hari. Percepatan dikatakan optimum atau maksimal jika total biaya yang dihasilkan dari pengurangan durasi telah mengalami kenaikan kembali dari perhitungan sebelumnya. Kemudian seluruh hasil perhitungan direkap seperti **Tabel 3** dan disajikan dalam bentuk grafil pada **Gambar 2**.

**Tabel 3.** rekapitulasi biaya penambahan sumber daya proyek

| Durasi (Hari) | Biaya Langsung      |                 | Total Biaya Langsung (Rp) | Biaya Tidak Langsung (Rp) | Total Biaya (Rp)  |
|---------------|---------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
|               | Biaya Langsung (Rp) | Cost Slope (Rp) |                           |                           |                   |
| 1             | 2                   | 3               | 4                         | 5                         | 6 = 4 + 5         |
| 348           | Rp 28.691.370.000   |                 | Rp 28.691.370.000         | Rp 3.187.930.000          | Rp 31.879.300.000 |
| 347           | Rp 28.691.370.000   | Rp 192.635      | Rp 28.691.562.635         | Rp 3.178.769.282          | Rp 31.870.331.916 |
| 341           | Rp 28.692.525.809   | Rp 200.492      | Rp 28.692.726.301         | Rp 3.123.804.971          | Rp 31.816.531.272 |
| 335           | Rp 28.693.728.761   | Rp 294.196      | Rp 28.694.022.956         | Rp 3.068.840.661          | Rp 31.762.863.617 |
| 329           | Rp 28.695.493.934   | Rp 299.274      | Rp 28.695.793.208         | Rp 3.013.876.351          | Rp 31.709.669.558 |
| 325           | Rp 28.696.691.029   | Rp 303.907      | Rp 28.696.994.936         | Rp 2.977.233.477          | Rp 31.674.228.413 |
| 320           | Rp 28.698.210.564   | Rp 315.276      | Rp 28.698.525.840         | Rp 2.931.429.885          | Rp 31.629.955.725 |
| 311           | Rp 28.701.048.051   | Rp 315.276      | Rp 28.701.363.328         | Rp 2.885.626.293          | Rp 31.586.989.621 |
| 310           | Rp 28.701.363.328   | Rp 315.276      | Rp 28.701.678.604         | Rp 2.894.787.011          | Rp 31.596.465.615 |
| 297           | Rp 28.705.461.920   | Rp 352.017      | Rp 28.705.813.937         | Rp 3.013.876.351          | Rp 31.719.690.288 |



**Gambar 2.** grafik hubungan biaya dan waktu pelaksanaan akibat penambahan sumber daya proyek

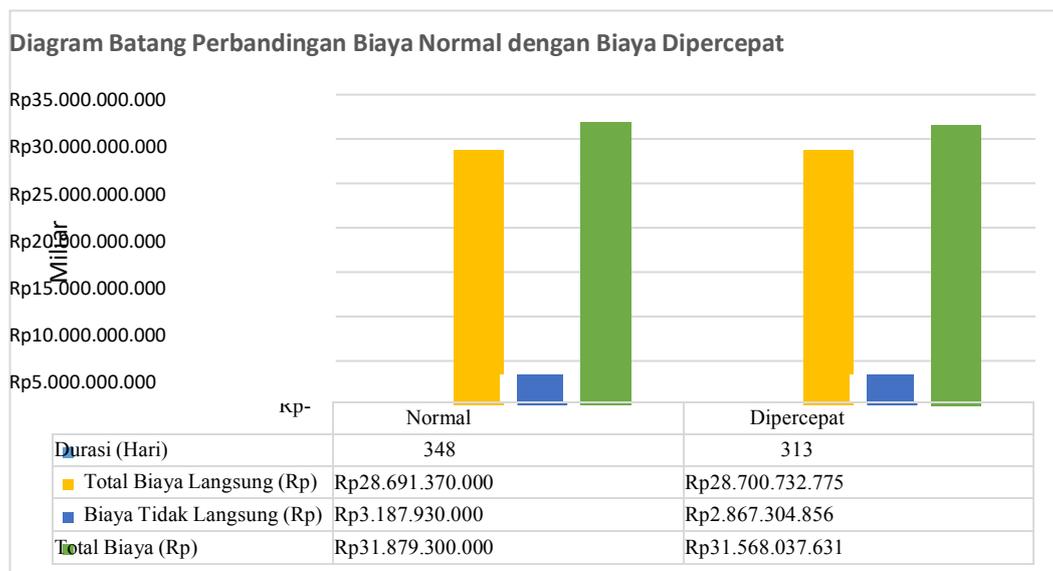
### Analisis Waktu dan Biaya Optimum dari Penambahan Sumber Daya Proyek

Setelah perhitungan *time cost trade off*, waktu dan biaya optimum akibat penambahan tenaga kerja dan alat berat dapat diketahui. Analisis optimasi waktu dan

biaya dilakukan dengan membandingkan *schedule* awal dan *schedule* percepatan. Hasil optimasi dari metode ini menjadi panduan untuk memutuskan alternatif penambahan biaya yang optimal pada proyek. Perbandingan durasi dan biaya optimal disajikan dalam bentuk **Tabel 4** dan diagram seperti pada **Gambar 3** berikut.

**Tabel 4.** rekapitulasi perbandingan waktu dan total biaya proyek

| Kondisi    | Durasi (Hari) | Total Biaya Langsung (Rp) | Biaya Tidak Langsung (Rp) | Total Biaya (Rp)  |
|------------|---------------|---------------------------|---------------------------|-------------------|
| Normal     | 348           | Rp 28.691.370.000         | Rp 3.187.930.000          | Rp 31.879.300.000 |
| Dipercepat | 313           | Rp 28.700.732.775         | Rp 2.867.304.856          | Rp 31.568.037.631 |
| Selisih    | 35            | Rp 9.362.775              | Rp 320.625.144            | Rp 311.262.369    |



**Gambar 3.** diagram perbandingan biaya hasil percepatan dengan biaya normal Dengan melakukan percepatan menggunakan alternatif penambahan sumber daya proyek terutama penambahan tenaga kerja dan alat berat, maka didapatkan hasil percepatan durasi selama 35 hari atau lebih cepat 10,06% dari durasi awal 348 hari menjadi 313 hari. Percepatan durasi yang dilakukan juga berdampak pada peningkatan biaya langsung menjadi Rp28.700.732.775 atau naik 0,03% dari kondisi normal dan biaya tidak langsung mengalami penurunan menjadi Rp 2.867.304.856 atau turun 10,06%. Sehingga didapat total biaya proyek optimum dengan alternatif penambahan jumlah tenaga kerja dan alat berat sebesar Rp31.568.037.631 atau turun 0,98% dari kondisi normal.

## **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil analisis data dan pembahasan yang telah dilaksanakan peneliti dapat menjawab rumusan masalah penelitian dengan simpulan dipaparkan sebagai berikut:

1. Percepatan waktu optimum yang dibutuhkan pada penyelesaian proyek tersebut akibat penambahan sumber daya proyek menggunakan metode *Time Cost Trade Off* adalah sebesar 35 hari dari durasi normal 348 hari, sehingga menghasilkan durasi optimal akhir sebesar 313 hari, atau turun 10,06% dari durasi normal.
2. Jumlah biaya optimum yang dibutuhkan pada penyelesaian proyek tersebut akibat penambahan sumber daya proyek menggunakan metode *Time Cost Trade Off* adalah sebesar Rp31.568.037.631,00 atau turun 0,98% dari perhitungan biaya normal sebesar Rp 31.879.300.000,00 sehingga proyek mengalami penghematan biaya sebesar Rp 311.262.369

## **DAFTAR PUSTAKA**

Sudipta, I. G. K. (2019) “Studi Manajemen Proyek terhadap Sumber Daya Pada Pelaksanaan Proyek Kontruksi”. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. Vol. 17, No. 1.

Kharina, F. N., & Kusno Adi Sambowo, K. A. (2019) “Analisis Keterlambatan Proyek Serta Dampaknya Terhadap Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek”. *Jurnal Infrastruktur*. Vol. 5. No. 1, pp. 13-19.

Elkanadi., & Widodo, S. (2018) “Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Keterlambatan Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung Pemerintah di Kota Singkawang”. *Jurnal Skripsi. Jurusan Teknik Sipil. Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura*.