



## Analisis Biaya dan Waktu dengan Metode *Time Cost Trade Off* menggunakan Aplikasi Primavera P6

Muhammad Fahri Faqihuddin

Universitas Sebelas Maret

Alamat: Jl. Ir. Sutami No.36, Jebres, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57126

Korespondensi penulis: [mfahrif21@gmail.com](mailto:mfahrif21@gmail.com)

**Abstract.** *In the construction industry, management costs and construction project time are important factors for achieving project success. Cost overruns and time delays can result in significant financial losses for project owners and contractors. Therefore, it is important to adopt an effective approach to construction management to optimize project costs and time. One method for overcoming problems in achieving construction project cost and time targets is the Time Cost Trade Off (TCTO) method. The TCTO method is an approach used in construction project management to achieve a balance between project costs and time. The analysis results show that the FO Krian Development Project, which has a normal duration of 522 days, can be accelerated to 500 days (scenario 1) and 498 days (scenario 2). Direct costs tend to increase due to additional working hours and additional workforce. The alternative used or which is more profitable in completing the project is to use scenario 2, namely additional labor due to a decrease in duration of 24 days from the normal project time and experiencing a decrease in total project costs of IDR 292,008,708.16.*

**Keywords:** *Time Cost Trade Off, Primavera P6, Crashing, Direct Costs*

**Abstrak.** Dalam industri konstruksi, pengelolaan biaya dan waktu proyek konstruksi merupakan faktor kritis untuk mencapai keberhasilan proyek. Kelebihan biaya dan penundaan waktu dapat mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan bagi pemilik proyek dan kontraktor. Oleh karena itu, penting untuk mengadopsi pendekatan yang efektif dalam manajemen konstruksi guna mengoptimalkan biaya dan waktu proyek. Salah satu metode untuk mengatasi permasalahan dalam mencapai target biaya dan waktu proyek konstruksi adalah metode Time Cost Trade Off (TCTO). Metode TCTO adalah pendekatan yang digunakan dalam manajemen proyek konstruksi untuk mencapai keseimbangan antara biaya dan waktu proyek. Hasil analisis menunjukkan Proyek Pembangunan FO Krian yang mengalami durasi normal 522 hari dapat dipercepat menjadi 500 hari (skenario 1) dan 498 hari (skenario 2). Biaya langsung cenderung naik karena adanya penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja. Alternatif yang digunakan atau yang lebih menguntungkan dalam menyelesaikan proyek adalah dengan menggunakan skenario 2 yakni penambahan tenaga kerja karena adanya penurunan durasi sebesar 24 hari dari waktu normal proyek dan mengalami penurunan biaya total proyek sebesar Rp292.008.708,16.

**Kata kunci:** *Time Cost Trade Off, Primavera P6, Crashing, Biaya Langsung*

### 1. LATAR BELAKANG

Negara Indonesia mempunyai jumlah penduduk yang besar dan terus meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Indonesia pada tahun 2020 mencapai 270 juta jiwa, meningkat sebesar 1,49 persen dari tahun sebelumnya. Diproyeksikan pada tahun 2025 mendatang, jumlah penduduk Indonesia dapat mencapai 277 juta jiwa.

Peningkatan jumlah penduduk ini tentunya harus diimbangi dengan ketersediaan infrastruktur dan fasilitas umum agar kebutuhan masyarakat dapat terpenuhi. Pertumbuhan

penduduk yang pesat menimbulkan tantangan dalam hal kesempatan kerja, perumahan, pendidikan, kesehatan dan penyediaan infrastruktur yang memadai. Pembangunan diperlukan untuk memenuhi kebutuhan penduduk yang terus bertambah ini, yaitu antara lain pembangunan perumahan, jaringan transportasi, fasilitas kesehatan, dan pendidikan berkualitas.

Proyek Pembangunan Flyover Pengganti JPL 64 Km 38+897 Lintas Surabaya Solo dibangun dengan maksud untuk mengurangi kemacetan yang ada di perlintasan sebidang kereta api (JPL 64). Kemacetan yang terjadi juga disebabkan karena adanya Sungai, bangunan liar dan persimpangan perlintasan sebidang kereta api yang tumpah ruang menjadi satu. Dengan berbagai alasan tersebut, pada tahun anggaran 2022 direalisasikan Proyek Pembangunan Flyover Pengganti JPL 64 Km 38+897 Lintas Surabaya-Solo melalui Balai Teknik Perkeretaapian Wilayah Jawa Bagian Timur dengan menghabiskan dana sebesar Rp 157.113.547.00. Pembangunan ini dimulai pada 28 Juli 2022, pelaksanaan pembangunan selama 522 hari kerja sampai pada 31 Desember 2023. Dengan adanya informasi di atas, proyek Pembangunan Flyover Pengganti JPL 64 Km 38+897 Lintas Surabaya Solo akan ditelusuri untuk dioptimalisasi agar pekerjaan proyek konstruksi bisa lebih cepat selesai dengan biaya yang ringan.

Dalam industri konstruksi, pengelolaan biaya dan waktu proyek konstruksi merupakan faktor kritis untuk mencapai keberhasilan proyek. Kelebihan biaya dan penundaan waktu dapat mengakibatkan kerugian finansial yang signifikan bagi pemilik proyek dan kontraktor. Oleh karena itu, penting untuk mengadopsi pendekatan yang efektif dalam manajemen konstruksi guna mengoptimalkan biaya dan waktu proyek.

Salah satu metode untuk mengatasi permasalahan dalam mencapai target biaya dan waktu proyek konstruksi adalah metode Time Cost Trade Off (TCTO). Metode TCTO adalah pendekatan yang digunakan dalam manajemen proyek konstruksi untuk mencapai keseimbangan antara biaya dan waktu proyek. Metode ini melibatkan penelitian dan pengambilan keputusan yang strategis untuk menentukan solusi terbaik yang meminimalkan biaya dan memenuhi batas waktu yang ditetapkan. Metode ini dapat dilakukan dengan cara menambah jam kerja lembur pekerja, menambah jumlah pekerja, dan menambah jumlah alat kerja.

Dalam dunia konstruksi diperlukan beberapa cara untuk melakukan proses manajemen proyek yang baik. Salah satu alat yang digunakan dalam manajemen konstruksi adalah aplikasi perencanaan proyek. Primavera P6 merupakan salah satu aplikasi perencanaan proyek yang populer di industri konstruksi. Aplikasi ini menyediakan fitur-fitur yang kuat untuk mengelola

jadwal proyek, mengidentifikasi ketergantungan antara aktivitas, menghitung waktu yang dibutuhkan, dan mengestimasi biaya proyek.

Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimalkan biaya dan waktu dalam manajemen konstruksi menggunakan aplikasi Primavera P6. Penelitian ini akan melibatkan studi kasus proyek konstruksi skala menengah di mana aplikasi Primavera P6 akan diterapkan untuk mengelola jadwal dan mengestimasi biaya proyek. Selain itu, akan dilakukan perbandingan hasil antara metode konvensional dan penggunaan aplikasi Primavera P6 dalam hal pengendalian biaya dan penjadwalan proyek.

## **2. KAJIAN TEORITIS**

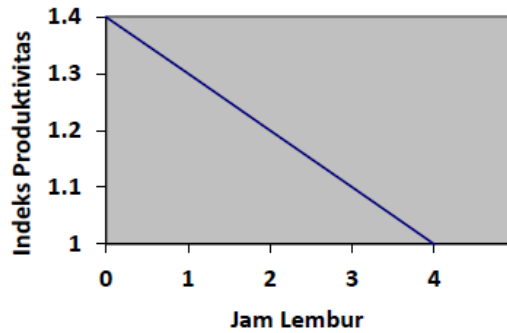
Mempercepat penyelesaian proyek berarti berupaya untuk menuntaskan proyek konstruksi lebih cepat dari jadwal yang telah ditetapkan sebelumnya, dengan menggunakan metode yang dikenal sebagai "*crashing*". *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Erviyanto, 2004).

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat penyelesaian proyek konstruksi, antara lain:

### **1. Penambahan Jumlah Jam Kerja (lembur)**

Lembur adalah penggunaan jam kerja di luar jam kerja normal untuk menyelesaikan pekerjaan lebih cepat. Namun, penggunaan lembur juga dapat memiliki dampak terhadap produktivitas. Jika menggunakan tenaga kerja yang sama, dikhawatirkan bahwa produktivitas akan mengalami penurunan.

Peningkatan jam kerja dalam bentuk lembur dapat dilakukan tanpa menambah jumlah tenaga kerja, dengan tujuan untuk meningkatkan produksi dalam satu hari sehingga mempercepat penyelesaian suatu aktivitas. Namun, saat melakukan penambahan jam kerja, perlu diperhatikan lamanya waktu kerja seseorang, karena hal ini dapat menyebabkan penurunan produktivitas akibat kelelahan. Gambar 1 menunjukkan nilai penurunan produktivitas khususnya dalam konteks kerja lembur dengan menggunakan sumber daya manusia yang sama.



**Gambar 1. Grafik Indikasi penurunan produktivitas akibat penambahan jam lembur**

Gambar 1. menunjukkan adanya tanda-tanda penurunan produktivitas ketika terjadi peningkatan jumlah jam kerja per hari dan hari kerja per minggu. Penurunan produktivitas dalam konteks kerja lembur ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, dan kondisi cuaca yang dingin. (Fardila & Adawyah, 2021)

Jika jam per hari ditambah, maka pekerja terindikasi mengalami penurunan produktivitas dan perlu diketahui nilai penurunan produktivitasnya.

Perhitungan penurunan produktivitas:

$$a) \text{ Produktivitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$$

$$b) \text{ Produktivitas per jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja normal}}$$

## 2. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja melibatkan peningkatan jumlah pekerja untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, sebagai salah satu strategi untuk mengantisipasi keterlambatan proyek. Penambahan tenaga kerja dilakukan ketika tersedia sumber daya manusia yang cukup di daerah yang bersangkutan. Namun, terdapat keterbatasan dalam menggunakan alternatif ini, di mana penambahan tenaga kerja tidak selalu efektif untuk mempercepat durasi waktu, tergantung pada kompleksitas dan bobot kegiatan yang dilakukan. Efek dari penambahan tenaga kerja ini adalah peningkatan biaya langsung yang harus dikeluarkan.

Dalam menentukan jumlah tenaga kerja yang akan ditambahkan, perlu diketahui nilai produktivitas tenaga kerja untuk pekerjaan yang akan dipercepat (*crashing*).

$$a) \text{ Kapasitas kerja per hari} = \frac{1}{\text{Koefisien tenaga kerja}}$$

$$b) \text{ Jumlah Indeks tenaga kerja per hari} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja} \times \text{durasi kerja}}$$

c) Menghitung *cost normal*

$$\text{Harga upah} = \text{jumlah tenaga kerja} \times \text{harga satuan tenaga kerja}$$

$$\text{Normal cost} = \text{jumlah harga upah} \times \text{durasi normal}$$

d) *Durasi pekerjaan crashing* = 
$$\frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapasitas kerja} \times \text{penambahan tenaga kerja}}$$

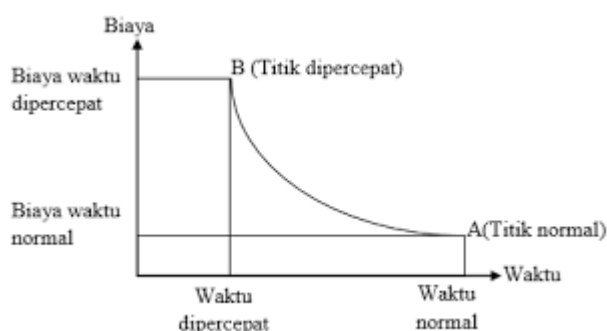
e) Menentukan biaya tambahan dan durasi percepatan

$$\text{Pekerja} = \frac{\text{Upah normal}}{\text{hari}} \times \text{tenaga kerja setelah ditambah}$$

$$\text{Crash Cost} = \text{jumlah upah} \times \text{durasi crash}$$

$$\text{Cost slope per hari} = \frac{\text{crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}}$$

*Crashing* merupakan tindakan untuk mengurangi durasi keseluruhan pekerjaan setelah menganalisa alternatif-alternatif yang ada dari jaringan kerja, bertujuan untuk mengoptimalkan waktu kerja dengan biaya terendah (Taufiqur Rahman, 2013). Sering kali dalam *crashing* terjadi *trade off* yaitu pertukaran waktu dengan biaya. Bentuk pertukaran waktu dan biaya dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



**Gambar 2. Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipersingkat untuk satu kegiatan**

Grafik 2. menggambarkan hubungan antara durasi-biaya. Titik A memberikan informasi tentang biaya yang diperlukan dalam kondisi minimum, tetapi durasinya maksimum (waktu terlama) dan durasi normal. Sementara itu, titik B memberikan informasi bahwa durasinya adalah yang tercepat sedangkan biaya yang diperlukan adalah maksimum. Pada kondisi tersebut, titik B disebut sebagai durasi yang dipersingkat (*crash duration*) dan biaya durasi yang dipersingkat (*crash cost*). Garis yang menghubungkan titik-titik ini digambarkan oleh garis-garis dan dalam kondisi normal berupa kurva biaya dari suatu kegiatan yang terhubung oleh segmen-segmen garis. Hal ini dapat digunakan untuk menganalisis kegiatan mana yang masih layak untuk dilakukan percepatan (*crashing*). Pendekatan yang digunakan adalah dengan meninjau kemiringan (*slope*) dari setiap segmen garis yang dapat memberikan

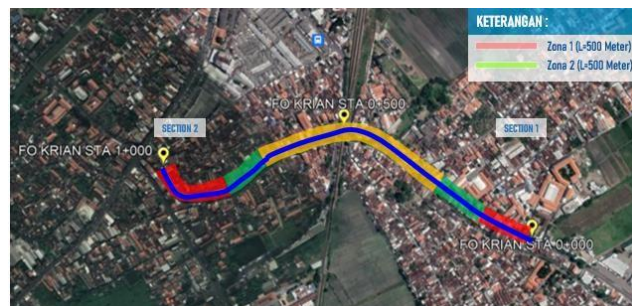
informasi mengenai pengaruh biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek.

Durasi maksimum dari *crashing* sebuah aktivitas adalah durasi yang paling singkat untuk menyelesaikan aktivitas tersebut secara teknis, tanpa mempertimbangkan keterbatasan sumber daya. Dalam hal ini, diasumsikan bahwa sumber daya tidak menjadi hambatan (Soeharto, 1995). Durasi maksimum untuk percepatan ini dibatasi oleh ukuran proyek atau area kerja.

### 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan enam tahapan untuk menganalisis hasil perbandingan metode normal dan metode *time cost trade off* yaitu tahap pengumpulan data, tahap input data, tahap pengerjaan, tahap analisis, tahap perbandingan, dan tahap Kesimpulan dan saran. Pada tahap input data dan analisis digunakan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dengan bantuan *Software Primavera P6*.

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan *Fly Over* Pengganti JPL 64 Km 38+897 Lintas Surabaya – Solo, Desa Jeruk Gamping dan Kelurahan Krian, Kecamatan Krian, Kabupaten Sidoarjo, Provinsi Jawa Timur dengan panjang jembatan 1000 m.



**Gambar 3. Lokasi Proyek Pembangunan *Fly Over* Pengganti JPL 64 Km 38+897 Lintas Surabaya –Solo**

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap yaitu:

1. Tahap Pengumpulan Data

Tahap pengumpulan data merupakan tahap dimana proses pengumpulan data data yang diperoleh dari objek penelitian. Data-data tersebut yaitu:

- a. Volume pekerjaan dan Kurva S
- b. Time Schedule pelaksanaan proyek
- c. Analisis Harga Satuan Pekerjaan
- d. Rencana Anggaran Biaya (RAB) proyek

2. Tahap Input Data

Melakukan input data proyek ke aplikasi Primavera P6

### 3. Tahap Pengerjaan

Mengerjakan Projek *Baseline* dari hasil data yang sudah diinput ke aplikasi Primavera P6

### 4. Tahap Analisis

Melakukan analisis terhadap hasil proyek baseline dengan analisis pekerjaan proyek konstruksi menggunakan *metode TCTO*

### 5. Tahap Perbandingan

Melakukan perbandingan hasil analisis proyek baseline dengan analisis metode *TCTO*

### 6. Tahap Kesimpulan dan Saran

Tahapan terakhir yaitu tahap kesimpulan dan saran. Pada tahap ini, berisi kesimpulan dari penelitian yang sudah dilakukan serta pemberian saran dari penulis supaya proses yang dirasa dapat melancarkan penelitian ini dan penelitian selanjutnya.

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Tahap Penyusunan Project Baseline

Data yang digunakan untuk penyusunan jadwal dan rencana biaya proyek adalah data Time Schedule dan penganggaran biaya proyek (RAB) proyek. Project baseline nantinya di input di aplikasi Primavera P6. Berikut merupakan diagram alir penyusunan Project Baseline pada program Primavera P6

### Tahap Analisis Metode TCTO

#### 1. Penentuan Jalur Kritis

Berikut merupakan rekapan pekerjaan kritis yang akan di optimasi pada proyek Pembangunan FO Krian berdasarkan output software Primavera P6.

**Tabel 1. Pekerjaan Kritis Proyek Pembangunan FO Krian**

Activity ID	Pekerjaan	Durasi (Hari)	Normal Cost (Rp)	Optimasi	
				Ya	Tidak
Umum					
1.01	Mobilisasi dan Demobilisasi	522	Rp 14.270.642		X
1.02	Pengukuran, Pematokan dan Penggambaran untuk Bangunan Jembatan	522	Rp 16.618.731		X
1.08	Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas	522	Rp 27.595.569		X
1.09	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	522	Rp 8.932.613		X
Jembatan					
3.12	Pembesian BJTS 35	255	Rp 202.081.788		X
3.13	Pembesian BJTS 42	255	Rp 59.784.371.379		X
3.39	Memasang Pipa PVC Type AW Dia. 6"	52	Rp 4.504.300.726	√	
3.40	Memasang Pipa PVC Type AW Dia. 4"	52	Rp 1.756.071.866	√	
Beton Struktur, K-300					
3.1.1	Capping Beam	134	Rp 2.246.644.148	√	
3.1.2	Parapet	52	Rp 1.123.322.074	√	
Beton, K-250 Trotoar					
3.2.1	Trotoar Section 2	30	Rp 390.072.264	√	
3.2.2	Trotoar Section 1	60	Rp 390.072.264	√	
Laston Lapis Antara (AC-BC)					
3.3.1	Laston Lapis Antara (AC-BC) Section 2	30	Rp 32.556.686	√	
3.3.2	Laston Lapis Antara (AC-BC) Section 1	60	Rp 32.556.686	√	

2. Penambahan Jam Kerja

Berikut merupakan perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* pada pekerjaan kritis yang di optimasi menggunakan scenario 1 yaitu penambahan jam kerja.

**Tabel 2. Rekapitulasi Crash Duration, Crash Cost, dan Cost Slope Skenario 1 (Penambahan Jam Kerja)**

Activity ID	Pekerjaan	Normal		Crash			Cost Slope (Rp)
		Durasi (Hari)	Cost	Durasi (Hari)	Upah Lembur (Harian)	Cost (Rp)	
Pekerjaan Umum							
3.42	Memasang Pipa PVC Type AW Dia. 6"	52	Rp 4.504.300.726	44	Rp 714.624.634	Rp 5.218.925.360	Rp 89.328.079
3.43	Memasang Pipa PVC Type AW Dia. 4"	52	Rp 1.756.071.866	44	Rp 278.607.556	Rp 2.034.679.421	Rp 34.825.944
Beton Struktur, K-300							
3.1.1	Capping Beam	134	Rp 2.246.644.148	113	Rp 355.229.648	Rp 2.601.873.797	Rp 16.915.698
3.1.2	Parapet	52	Rp 1.123.322.074	44	Rp 178.219.368	Rp 1.301.541.442	Rp 22.277.421
Beton, K-250 Trotoar							
3.2.1	Trotoar Section 2	30	Rp 390.072.264	26	Rp 63.386.743	Rp 453.459.007	Rp 15.846.686
3.2.2	Trotoar Section 1	60	Rp 390.072.264	51	Rp 62.167.767	Rp 452.240.031	Rp 6.907.530
Laston Lapis Antara (AC-BC)							
3.3.1	Laston Lapis Antara (AC-BC) Section 2	30	Rp 32.556.686	26	Rp 5.290.461	Rp 37.847.147	Rp 1.322.615
3.3.2	Laston Lapis Antara (AC-BC) Section 1	60	Rp 32.556.686	47	Rp 4.781.763	Rp 37.338.449	Rp 367.828

3. Penambahan Tenaga Kerja

Berikut merupakan perhitungan *crash duration*, *crash cost*, dan *cost slope* pada pekerjaan kritis yang di optimasi menggunakan scenario 2 yaitu penambahan tenaga kerja.

**Tabel 3. Rekapitulasi Crash Duration, Crash Cost, dan Cost Slope Skenario 2 (Penambahan Tenaga Kerja)**

Activity ID	Pekerjaan	Normal		Crash		Cost Slope (Rp)
		Durasi (Hari)	Cost	Durasi (Hari)	Cost (Rp)	
Pekerjaan Umum						
3.42	Memasang Pipa PVC Type AW Dia. 6"	52	Rp 4.504.300.726	51	Rp 4.510.160.037	Rp 5.859.311
3.43	Memasang Pipa PVC Type AW Dia. 4"	52	Rp 1.756.071.866	49	Rp 1.827.003.542	Rp 23.643.892
Beton Struktur, K-300						
3.1.1	Capping Beam	134	Rp 2.246.644.148	105	Rp 2.260.353.613	Rp 472.740
3.1.2	Parapet	52	Rp 1.123.322.074	43	Rp 1.133.631.521	Rp 1.145.494
Beton, K-250 Trotoar						
3.2.1	Trotoar Section 2	30	Rp 390.072.264	22	Rp 390.798.869	Rp 90.826
3.2.2	Trotoar Section 1	60	Rp 390.072.264	44	Rp 418.210.922	Rp 1.758.666
Laston Lapis Antara (AC-BC)						
3.3.1	Laston Lapis Antara (AC-BC) Section 2	30	Rp 32.556.686	22	Rp 38.528.740	Rp 746.507
3.3.2	Laston Lapis Antara (AC-BC) Section 1	60	Rp 32.556.686	33	Rp 39.886.933	Rp 271.491



## Tahap Analisis Metode TCTO

Setelah semua hasil analisis perhitungan optimasi dimasukkan ke dalam software Primavera P6, maka hasilnya akan secara otomatis terhitung oleh sistem. Nantinya akan ada perbandingan Duration dan Budgeted Total Cost. Berikut merupakan rekapitulasi durasi total dan biaya normal, skenario 1 dan skenario 2:

Activity ID	Activity Name	Budgeted Total Cost	Original Duration	Remaining Duration	Start	Finish	Total Float
FOKRIAN-NORMAL	Pembangunan FO Krian Sidoarjo	Rp141.581.390.300,68	522	522	28-Jul-22	31-Dec-23	-1
FOKRIAN-NORMAL.1	UMUM	Rp6.510.268.010,40	522	522	28-Jul-22	31-Dec-23	-1
FOKRIAN-NORMAL.2	SIPIL	Rp4.835.488.939,76	490	490	28-Jul-22	29-Nov-23	31
FOKRIAN-NORMAL.3	JEMBATAN	Rp130.235.633.350,52	445	445	12-Oct-22	30-Dec-23	0

**Gambar 4. Durasi dan Biaya Total Normal Sebelum Optimasi**

Activity ID	Activity Name	Budgeted Total Cost	Original Duration	Remaining Duration	Start	Finish	Total Float
FOKRIAN-(+) JK	Pembangunan FO Krian Sidoarjo	Rp141.789.178.937,99	500	500	28-Jul-22	09-Dec-23	21
FOKRIAN-(+) JK.1	UMUM	Rp6.510.268.010,40	500	500	28-Jul-22	09-Dec-23	21
FOKRIAN-(+) JK.2	SIPIL	Rp4.835.488.939,76	490	490	28-Jul-22	29-Nov-23	31
FOKRIAN-(+) JK.3	JEMBATAN	Rp130.443.421.987,83	424	424	12-Oct-22	09-Dec-23	21

**Gambar 5. Durasi dan Biaya Total Skenario 1 (Penambahan Jam Kerja)**

(Sumber : Aplikasi Primavera P6, 2024)

Activity ID	Activity Name	Budgeted Total Cost	Original Duration	Remaining Duration	Start	Finish	Total Float
FOKRIAN-(+) TK	Pembangunan FO Krian Sidoarjo	Rp141.641.402.299,18	498	498	28-Jul-22	07-Dec-23	23
FOKRIAN-(+) TK.1	UMUM	Rp6.510.268.010,40	460	460	28-Jul-22	30-Oct-23	61
FOKRIAN-(+) TK.2	SIPIL	Rp4.835.488.939,76	490	490	28-Jul-22	29-Nov-23	31
FOKRIAN-(+) TK.3	JEMBATAN	Rp130.295.645.349,02	422	422	12-Oct-22	07-Dec-23	23

**Gambar 6. Durasi dan Biaya Total Skenario 2 (Penambahan Tenaga Kerja)**

Berikut merupakan tabel rekapitulasi perbandingan durasi, biaya langsung dan biaya tidak langsung proyek normal sebelum di optimasi dan proyek setelah di optimasi.

**Tabel 6. Perbandingan Biaya Total Proyek Normal dan Optimasi**

Analisis TCTO	Durasi Total	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Biaya Total Proyek
Normal	522	Rp141.581.390.300,68	Rp21.237.208.545,10	Rp179.100.458.730,36
(+) Jam Kerja	500	Rp141.789.178.937,99	Rp20.938.856.956,35	Rp179.000.839.483,77
(+) Tenaga Kerja	498	Rp141.641.402.299,18	Rp20.911.734.084,64	Rp178.808.450.022,20
Selisih Analisis 1	22	Rp207.788.637,31	-Rp298.351.588,76	-Rp99.619.246,59
Selisih Analisis 2	24	Rp60.011.998,50	-Rp325.474.460,46	-Rp292.008.708,16

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan analisis *Value Engineering* yang telah dilakukan pada Proyek Pembangunan *Fly Over*

Pengganti JPL 64 Km 38+897 Lintas Surabaya – Solo, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil optimasi biaya dan waktu pada Proyek Pembangunan FO Krian dengan menggunakan metode TCTO menggunakan aplikasi Primavera P6 yang berfokus pada dua metode yaitu penambahan jam kerja dan tenaga kerja diperoleh durasi percepatan proyek menggunakan scenario 1 (Penambahan Jam Kerja) yaitu 500 hari (lebih cepat 22 hari dari waktu proyek normal) dan mengalami penurunan biaya proyek sebesar Rp99.619.246,59 (mengalami penurunan sebesar 0,05%). Sedangkan pada scenario 2 (Penambahan Tenaga Kerja) mengalami percepatan proyek sebesar 498 hari (lebih cepat 24 hari dari waktu proyek normal) dan mengalami penurunan biaya sebesar Rp292.008.708,16 (mengalami penurunan sebesar 0,16%)
2. Alternatif yang digunakan atau yang lebih menguntungkan dalam menyelesaikan proyek adalah dengan menggunakan scenario 2 yakni penambahan tenaga kerja karena adanya penurunan durasi sebesar 24 hari dari waktu normal proyek dan mengalami penurunan biaya total proyek sebesar Rp292.008.708,16.

## **DAFTAR REFERENSI**

- Brando, R., Walangitan, P. D. R. O., & Tjakra, J. (2017). Sistem pengendalian waktu dengan critical path method (CPM) pada proyek konstruksi (Studi kasus: Menara Alfa Omega Tomohon). *Jurnal Sipil Statik*, 5(6), 363–371.
- Elita Saragi, T., & Uli Situmorang, R. A. (2022). Optimasi waktu dan biaya percepatan proyek menggunakan metode TCTO dengan alternatif penambahan tenaga kerja dan jam kerja (lembur) (Studi kasus: Pembangunan gedung convention hall Kab. Deli Serdang). *Jurnal Teknik Sipil*, 1(2).
- Fardila, D., & Robbyatul Adawyah, N. (2021). Optimasi biaya dan waktu proyek konstruksi dengan lembur dan penambahan tenaga kerja. *INERSIA: LNformasi Dan Ekspose Hasil Riset Teknik Sipil Dan Arsitektur*, 17(1), 35–46. <https://doi.org/10.21831/inersia.v17i1.39499>
- Frederika, A. (2010). Analisis percepatan pelaksanaan dengan menambah jam kerja optimum pada proyek konstruksi (Studi kasus: Proyek pembangunan super villa, Peti Tenget-Badung). *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 14(2).
- Ilmiah, J., & Teknika, S. (2016). Analisis percepatan waktu dan biaya proyek konstruksi dengan penambahan jam kerja (lembur) menggunakan metode time cost trade off: Studi kasus proyek pembangunan prasarana. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 19(1).
- Ilmiah, J., & Teknika, S. (2017). Studi optimasi waktu dan biaya dengan metode time cost trade off pada proyek konstruksi: Studi kasus proyek jalan Bugel-Galur-Poncosari Cs. Tahap I, Provinsi D.I. Yogyakarta. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 20(2).
- Iramutyn, V. A. (2010). Optimasi waktu dan biaya dengan metode crash time and cost optimization using crash method. [Unpublished manuscript].

- Jati, A. S., Setiono, S., & Rifai, M. (2022). Analisis optimasi biaya dan waktu proyek dengan metode time cost trade off menggunakan aplikasi Primavera P6 (Studi kasus proyek gedung Teknik Universitas Jendral Soedirman). *Matriks Teknik Sipil*, 10(1), 53. <https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i1.55435>
- Kareth, M., Tarore, H., Tjakra, J., & Walangitan, D. R. O. (2012). Analisis optimalisasi waktu dan biaya dengan program Primavera 6.0 (Studi kasus: Proyek perumahan Puri Kelapa Gading). *Jurnal Sipil Statik*, 1(1).
- Mutia Astari, N., & Momon Subagyo, A. (n.d.). Perencanaan manajemen proyek dengan metode CPM (critical path method) dan PERT (program evaluation and review technique). *Jurnal Konstruksia*, 13.
- Putri Cahya Ardika, O., & Sri Handayani, F. (2014). Analisis TCTO dengan penambahan jam kerja pada proyek konstruksi (Studi kasus: Proyek pembangunan jalan tol Bogor Ring Road seksi II A).
- Raharjo, R. W., & Musyafa, A. (2018). Prosiding kolokium program studi teknik sipil (KPSTS) FTSP UII.
- Widyo Kisworo, R., & Sri Handayani, F. (2017). Analisis percepatan proyek menggunakan metode time cost trade off dengan penambahan jam kerja lembur dan jumlah alat.