



## Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Penambahan Jam Metode *Time Cost Trade Off*

Muhammad Oka Mahendra<sup>1✉</sup>, Teguh Eko Saputro<sup>1</sup>, Al Fiillian Sah Putra<sup>2</sup>

<sup>(1)</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya

<sup>(2)</sup>Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Serang Raya

DOI: 10.31004/jutin.v8i2.44078

✉ Corresponding author:  
[muhammadoka81@gmail.com]

| Article Info                                                                                                                    | Abstrak                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Kata kunci:</b><br/>Kecelakaan;<br/>Metode jalur kritis;<br/>Jam Lembur;<br/>Optimalisasi;<br/>Kompensasi biaya waktu</p> | <p>Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang dibatasi oleh jadwal penyelesaian dan anggaran yang telah ditetapkan sejak awal pelaksanaan. Penelitian ini bertujuan mengoptimalkan waktu dan biaya melalui intervensi penambahan jam lembur selama 3 jam per hari, dengan fokus pada evaluasi efektivitas percepatan jadwal dan efisiensi penggunaan sumber daya. Metode Time Cost Trade Off (TCTO) diterapkan melalui teknik crashing, yang mengkalkulasi pertukaran biaya-waktu secara sistematis. Analisis difokuskan pada lintasan kritis yang diidentifikasi menggunakan Critical Path Method (CPM), dengan alternatif percepatan berupa penambahan jam kerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa durasi proyek yang awalnya 180 hari berhasil dipersingkat menjadi 145 hari, menghasilkan pengurangan waktu sebesar 35 hari (19,4%). Temuan ini membuktikan bahwa intervensi lembur terarah pada aktivitas kritis mampu mengoptimalkan alokasi waktu tanpa mengabaikan kontrol biaya, sekaligus menegaskan relevansi pendekatan TCTO-CPM dalam manajemen proyek konstruksi.</p> |
| <p><b>Keywords:</b><br/>Crashing;<br/>Critical Path Method;<br/>Optimization;<br/>Overtime;<br/>Time Cost Trade Off</p>         | <p><b>Abstract</b></p> <p><i>Construction projects are bound by predefined schedules and budgets established from the outset. This study aims to optimize time and cost through a 3-hour daily overtime intervention, focusing on evaluating schedule acceleration effectiveness and resource efficiency. The Time Cost Trade Off (TCTO) method was applied via crashing techniques, systematically calculating cost-time trade-offs. Analysis centered on critical paths identified using the Critical Path Method (CPM), with schedule compression achieved through additional work hours. The findings reveal that the project duration was reduced from 180 days to 145 days, achieving a 35-day reduction (19.4%). This outcome demonstrates that targeted overtime interventions on critical activities optimize time allocation without compromising cost control, while affirming the relevance of the TCTO-CPM integrated approach in construction project management. overtime wages.</i></p>                                                                                    |

## 1. PENDAHULUAN

Sektor konstruksi Indonesia mengalami pertumbuhan eksponensial, dengan investasi infrastruktur meningkat 23% per tahun sejak 2020, didorong oleh proyek-proyek besar di bidang transportasi, energi, dan pengembangan perkotaan (Rima & Naim, 2025). Namun, 58% proyek ini mengalami keterlambatan melebihi 30% dari jadwal awal, menyebabkan kerugian ekonomi senilai Rp15,2 triliun per tahun akibat kesenjangan produktivitas (Zakaria Umar, 2022). Keterlambatan ini bersumber dari tantangan multifaktorial, termasuk gangguan cuaca muson (45% proyek), hambatan logistik di daerah terpencil, dan inefisiensi alokasi sumber daya (Farina, Nugraha, Mulyawan, & Wijaya, 2024). Interdependensi biaya, waktu, dan mutu—sering disebut "Segitiga Besi" manajemen proyek—menuntut strategi optimasi canggih untuk mengurangi risiko sekaligus mematuhi anggaran terbatas (Nuraeni & Adman, 2017).

Pendekatan optimasi konvensional, seperti penjadwalan linier, sering gagal mengatasi kompleksitas dinamika lapangan (Hakim, Asdi, & Afriliansyah, 2024). Misalnya, studi tahun 2022 terhadap 150 proyek infrastruktur di Jawa mengungkapkan 67% keterlambatan berasal dari penghentian kerja tak terencana akibat kekurangan alat dan absennya tenaga kerja (Agitiya Wahyu, Gunasti, & Cahya Dewi, 2024). Metode Time Cost Trade Off (TCTO) muncul sebagai alternatif kuat yang memungkinkan percepatan strategis aktivitas jalur kritis melalui peningkatan biaya terkendali (Ikhtisholiah, Wardana, & Agustiar, 2023). Aplikasi terkini di Asia Tenggara menunjukkan TCTO dapat mengurangi durasi proyek sebesar 18–25% melalui strategi crashing, seperti shift lembur dan penambahan peralatan (Rottie, Runtu, Umboh, & Bumbungan, 2024). Secara komplementer, Analisis Nilai Hasil (EVA) menyediakan metrik kinerja real-time, dengan studi yang membuktikan kemampuannya memprediksi pembengkakan biaya dengan akurasi 89% melalui integrasi Nilai Rencana (PV), Nilai Hasil (EV), dan Biaya Aktual (AC) (Zhang, 2024).

Dalam praktik, kontraktor Indonesia sering mengutamakan tindakan reaktif—memperpanjang jam kerja atau menambah tenaga kerja—tanpa analisis sistematis. Contohnya, proyek pembangunan jalan di Sumatra berhasil mengurangi jadwal 15% melalui lembur 3 jam/hari, tetapi mengalami pembengkakan biaya 22% akibat alokasi tenaga kerja tidak optimal (Nardiansyah & Intansari, 2022). Temuan ini menegaskan kebutuhan metodologi hibrida yang menyeimbangkan penjadwalan agresif TCTO dengan disiplin fiskal EVA.

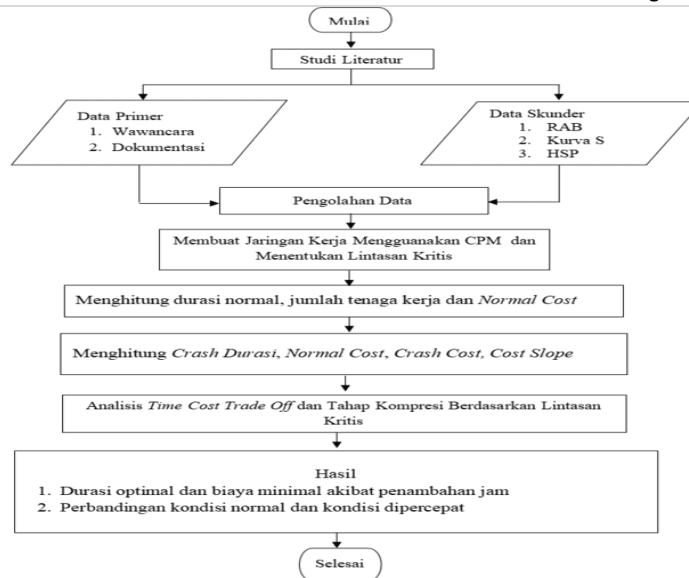
Penelitian ini menguji efektivitas intervensi lembur 3 jam/hari pada jalur kritis proyek revitalisasi jalan tol di Jawa Timur, menggunakan kerangka kerja Integrasi TCTO-CPM: Percepatan aktivitas kritis (galian tanah, pengecoran struktur) melalui tenaga kerja lembur (3 jam/hari) dan penyewaan alat berat, dengan pertukaran biaya-durasi dihitung menggunakan algoritma crashing slope (Kusumadarma, Pratami, Yasa, & Tripiawan, 2020).

Penelitian ini memperkaya wacana dengan mengusulkan matriks optimasi dinamis yang disesuaikan dengan tantangan iklim dan logistik Indonesia, menawarkan rekomendasi aplikatif bagi pembuat kebijakan dan kontraktor.

## 2. METODE

Penelitian ini diawali dengan pemilihan lokasi studi kasus yang ditentukan berdasarkan kompleksitas permasalahan dan ketersediaan data, memastikan relevansi konteks dan kelayakan analisis. Tahap selanjutnya melibatkan tinjauan literatur komprehensif terhadap teori manajemen proyek dan studi terdahulu untuk membangun kerangka konseptual yang solid. Pengumpulan data dilakukan melalui wawancara semi-terstruktur dengan stakeholder kunci (manajer proyek, kontraktor, pemasok) serta analisis dokumen teknis, termasuk Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan Kurva S, untuk memperoleh perspektif holistik. Pada fase pengolahan data, durasi normal aktivitas dihitung menggunakan pemodelan Kurva S, dilanjutkan dengan konstruksi jaringan kerja berbasis Critical Path Method (CPM) guna mengidentifikasi lintasan kritis yang secara signifikan memengaruhi durasi proyek.

Tahap berikutnya mencakup rekalkulasi parameter dasar proyek, seperti durasi normal, alokasi tenaga kerja harian, dan biaya acuan (baseline cost). Proses percepatan (crashing) diimplementasikan melalui intervensi penambahan 3 jam lembur per hari, dengan menghitung crash duration (durasi terkompresi), crash cost (biaya tambahan), dan cost slope (kemiringan biaya) untuk menganalisis trade-off waktu-biaya. Pendekatan Time Cost Trade-Off (TCTO) difokuskan pada aktivitas lintasan kritis melalui kompresi jadwal bertahap, menghasilkan estimasi durasi akhir dan variasi biaya yang presisi. Hasil penelitian merekomendasikan kombinasi optimal antara durasi terpendek (pemangkas 35 hari dari 180 hari) dan biaya minimal, dengan evaluasi komprehensif terhadap efisiensi temporal dan finansial, menegaskan efektivitas strategi lembur terukur dalam konteks manajemen risiko dan alokasi sumber daya.



Gambar 1. Tahapan Penelitian.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Analisis Jaringan Kerja dan Menentukan Lintas Kritis

Pada tahap ini melakukan penyusunan jaringan kerja berdasarkan data-data yang didapat dari proyek. Data yang dibutuhkan dalam menyusun jaringan kerja dan durasi dapat diambil dari data kurva S rencana proyek dan kurva S realisasi proyek sehingga dapat akan menjadikan acuan ketika peneliti melakukan penambahan jam kerja selama 3 jam berikut :

Tabel 3.1 Rekapitulasi Volume Pekerjaan Pelebaran dan Peningkatan Jalan Cisauk-Jaha

| Uraian Pekerjaan                                       | Volume                   |
|--------------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Divisi Umum</b>                                     |                          |
| Mobilisasi Pengiriman Peralatan Kantor                 | 1 Ls                     |
| Mobilisasi Pengiriman Material dan Alat Berat          | 1 Ls                     |
| Demobilisasi                                           | 1 Ls                     |
| Manajemen dan Keselamatan Lalulintas                   | 1 Ls                     |
| <b>Divisi Pekerjaan Tanah</b>                          |                          |
| Galian Biasa                                           | 1.427,85 M <sup>3</sup>  |
| Galian Perkerasan Beton                                | 4.162,75 M <sup>3</sup>  |
| Penyiapan Badan Jalan                                  | 15.903,37 M <sup>2</sup> |
| <b>Divisi Perkerasan Berbutir</b>                      |                          |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas A                        | 130,00 M <sup>3</sup>    |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas B                        | 693,04 M <sup>3</sup>    |
| Pekerjaan Jalan Beton Fs = 45 Mpa                      | 4.014,16 M <sup>3</sup>  |
| Lapisan Pondasi Bawah Beton Kurus                      | 1.606,78 M <sup>3</sup>  |
| <b>Divisi Struktur</b>                                 |                          |
| Baja Tulangan 24 Polos                                 | 65.797,64 Kg             |
| Anyaman Kawat yang dilas (Welded Wire Mesh)            | 70.582,21 Kg             |
| <b>Divisi Pengembalian Kondisi dan Pekerjaan Minor</b> |                          |
| Marka Jalan Thermoplastik                              | 656,00 M <sup>2</sup>    |

Tabel 3.2 Analisis Jaringan Kerja Pelebaran dan Peningkatan Jalan Cisauk-Jaha

| Simbol | Uraian Kegiatan                               | Kegiatan Sebelum | Kegiatan Sesudah | Durasi (Hari) |
|--------|-----------------------------------------------|------------------|------------------|---------------|
| A      | Divisi Umum                                   |                  |                  |               |
| AA     | Mobilisasi Fasilitas Kantor                   | -                | AB               | 7             |
| AB     | Mobilisasi Pengiriman Material dan Alat Berat | AA               | BA, BB           | 6             |
| AC     | Demobilisasi                                  | BB               | EA               | 7             |
| AD     | Manajemen dan Keselamatan Lalu Lintas         | -                | EA               | 180           |

|    |                                                      |    |          |    |
|----|------------------------------------------------------|----|----------|----|
| B  | Divisi Pekerjaan Tanah                               |    |          |    |
| BA | Galian Biasa                                         | AB | CA,CB,BC | 24 |
| BB | Galian Perkerasan Beton                              | AB | CC       | 45 |
| BC | Penyiapan Badan Jalan                                | BA | CD,DA,DB | 10 |
| C  | Devisi Perkersan Jalan                               |    |          |    |
| CA | Lapisan Pondasi Agregat Kelas A                      | BA | BC       | 7  |
| CB | Lapisan Pondasi Agregat Kelas B                      | BA | BC       | 5  |
| CC | Pekerja Jalan Beton Fs = 45 Mpa                      | CD | AC,EA    | 86 |
| CD | Lapisan Pondasi Bawah Beton Kuras                    | BC | CC       | 39 |
| D  | Divisi Struktur                                      |    |          |    |
| DA | Baja Tulangan 24 Polos                               | BC | CD       | 28 |
| DB | Anyaman Kawat Yang Dilas ( <i>Welded Wire Mesh</i> ) | BC | CD       | 30 |

### 3.3 Perhitungan Produktivitas Normal dan Durasi Normal

Produktivitas normal (jam) didapatkan dari perhitungan rumus sebagai berikut:

$$\text{Produktivitas Per Jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam Kerja Normal harian}} \quad (1)$$

Berikut adalah tabel hasil perhitungan kegiatan produktivitas normal (jam) :

**Tabel 3.3 Rekapitulasi Perhitungan Produktivitas Per Hari dan Durasi Normal Proyek Pelebaran dan Peningkatan Jalan Cisauk-Jaha**

| Uraian Kegiatan                                      | Volume                   | Produktivitas Normal          |                                  |
|------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|                                                      |                          | Hari                          | Jam                              |
| Divisi Umum                                          |                          |                               |                                  |
| Mobilisasi Pengiriman Perlengkapan Kantor            | -                        | -                             | -                                |
| Mobilisasi Pengiriman Material dan Alat Berat        | -                        | -                             | -                                |
| Demobilisasi                                         | -                        | -                             | -                                |
| Manajemen dan Keselamatan Lalulintas                 | -                        | -                             | -                                |
| Divisi Galian Tanah                                  |                          |                               |                                  |
| Galian Biasa                                         | 1.427,85 M <sup>3</sup>  | 59,49 M <sup>3</sup> /Hari    | 7,44 M <sup>3</sup> /Hari/Jam -  |
| Galian Perkerasan Beton                              | 4.162,75 M <sup>3</sup>  | 92,51 M <sup>3</sup> /Hari    | 11,56 M <sup>3</sup> /Hari/Jam - |
| Penyiapan Badan Jalan                                | 15.903,37 M <sup>2</sup> | 1.590,34 M <sup>3</sup> /Hari | 198,79 M <sup>2</sup> /Hari/Jam  |
| Divisi Perkerasan Berbutir                           |                          |                               |                                  |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas A                      | 130,00 M <sup>3</sup>    | 18,57 M <sup>3</sup> /Hari    | 2,32 M <sup>3</sup> /Hari/Jam    |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas B                      | 693,04 M <sup>3</sup>    | 138,61 M <sup>3</sup> /Hari   | 17,333 M <sup>3</sup> /Hari/Jam  |
| Pekerjaan Jalan Beton Fs = 45 Mpa                    | 4.014,61 M <sup>3</sup>  | 46,68 M <sup>3</sup> /Hari    | 5,83 M <sup>3</sup> /Hari/Jam    |
| Lapisan Pondasi Bawah Beton Kuras                    | 1.606,78 M <sup>3</sup>  | 41,20 M <sup>3</sup> /Hari    | 5,15 M <sup>3</sup> /Hari/Jam    |
| Divisi Pekerjaan Struktur                            |                          |                               |                                  |
| Baja Tulangan U24 Polos                              | 65.797,64 Kg             | 2.349,92 Kg/Hari              | 293,74 Kg/Hari/Jam               |
| Anyaman Kawat yang dilas ( <i>Welded Wire Mesh</i> ) | 70.582,21 Kg             | 2.352,74 Kg/Hari              | 294,09 Kg/Hari/Jam               |

| Uraian Kegiatan                         | Volume                | Produktivitas Normal       |                                |
|-----------------------------------------|-----------------------|----------------------------|--------------------------------|
|                                         |                       | Hari                       | Jam                            |
| Divisi Pengembalian dan Pekerjaan Minor |                       |                            |                                |
| Marka Jalan Thermoplastik               | 656,00 M <sup>2</sup> | 82,00 M <sup>2</sup> /Hari | 10,25 M <sup>2</sup> /Hari/Jam |

Perhitungan Normal Cost bertujuan untuk mengetahui biaya normal dari setiap item pekerjaan upah tenaga kerja berdasarkan pada HSP 2019 terlampir. Untuk menghitung Normal Cost dapat menggunakan rumus :

**Tabel 3.3 Rekapitulasi Perhitungan Normal Cost**

| Uraian Kegiatan                                      | Durasi Normal | Normal Cost       |
|------------------------------------------------------|---------------|-------------------|
| <b>Divisi Umum</b>                                   |               |                   |
| Mobilisasi Pengiriman Perlengkapan Kantor            | 7 Hari        | -                 |
| Mobilisasi Pengiriman Material dan Alat Berat        | 6 Hari        | -                 |
| Demobilisasi                                         | 7 Hari        | -                 |
| Manajemen dan Keselamatan Lalulintas                 | 180 Hari      | -                 |
| <b>Divisi Galian Tanah</b>                           |               |                   |
| Galian Biasa                                         | 24 Hari       | Rp 13.542.912,00  |
| Galian Perkerasan Beton                              | 45 Hari       | Rp 43.136.280,00  |
| Penyiapan Badan Jalan                                | 10 Hari       | Rp 4.328.560,00   |
| <b>Divisi Perkerasan Berbutir</b>                    |               |                   |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas A                      | 7 Hari        | Rp 8.550.136,00   |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas B                      | 5 Hari        | Rp 6.107.240,00   |
| Pekerjaan Perkerasan Beton Fs 45 Mpa                 | 86 Hari       | Rp 548.181.888,00 |
| Lapisan Pondasi Bawah Beton Korus                    | 39 Hari       | Rp 47.636.472,00  |
| <b>Divisi Pekerjaan Struktur</b>                     |               |                   |
| Baja Tulangan U24 Polos                              | 28 Hari       | Rp 19.959.968,00  |
| Anyaman Kawat yang dilas ( <i>Welded Wire Mesh</i> ) | 30 Hari       | Rp 37.671.600,00  |
| <b>Devisi Pengembalian dan Pekerjaan Minor</b>       |               |                   |
| Marka Jalan Thermoplastik                            | 8 Hari        | Rp 10.960.128,00  |

### 3.4 Perhitungan produktivitas harian (crash)

Pada tahap imi, peneliti akan melakukan perhitungan percepatan dengan alternatif penambahan jam selama 3 jam setelah menghitung penambahan 3 jam. Perhitungan dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan yang berada dilintaskan kritis yang ditandai dengan anak panah berwarna merah dapat dilihat pada gambar 4.1 gambar jaringan kerja.

Pekerjaan yang berada padalintasan kritis adalah pekerja AA (Mobisisasi Peralatan dan Alat Kantor), AB (Mobilisasi Material dan Alat Berat), BA (Pekerjaan Galian Biasa), BC (Penyiapan Badan Jalan), CD (Pekerjaan Lean Concrete), CC (Pekerjaan Beton Fs 45 MPA) dan EA (Pekerjaan Marka Jalan Thermoplastik).

Kemudian melakukan analisis menggunakan metode Time Cost Trade Off untuk mendapatkan waktu optimum dan biaya minimum. Tabel 3.4 dibawah ini :

**Tabel 3.4 Hasil Rekapitulasi Produktivitas Crash**

| Uraian Kegiatan                               | Produktivitas Perhari Normal  | Penambahan (Lembur) Selama 3 Jam |
|-----------------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|
|                                               | Volume                        | Volume                           |
| <b>Divisi Umum</b>                            |                               |                                  |
| Mobilisasi Pengiriman Perlengkapan Kantor     | -                             | -                                |
| Mobilisasi Pengiriman Material dan Alat Berat | -                             | -                                |
| Demobilisasi                                  | -                             | -                                |
| Manajemen dan Keselamatan Lalulintas          | -                             | -                                |
| <b>Divisi Galian Tanah</b>                    |                               |                                  |
| Galian Biasa                                  | 59,49 M <sup>3</sup> /Hari    | 75,11 M <sup>3</sup>             |
| Galian Perkerasan Beton                       | 92,55 M <sup>3</sup> /Hari    | 116,79 M <sup>3</sup>            |
| Penyiapan Badan Jalan                         | 1.590,34 M <sup>2</sup> /Hari | 2.007,80 M <sup>2</sup>          |

|                                                      |                             |                       |
|------------------------------------------------------|-----------------------------|-----------------------|
| <b>Divisi Perkerasan Berbutir</b>                    |                             |                       |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas A                      | 18,57 M <sup>3</sup> /Hari  | 23,45 M <sup>3</sup>  |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas B                      | 138,60 M <sup>3</sup> /Hari | 174,99 M <sup>3</sup> |
| Pekerjaan Perkerasan Beton Fs 45 Mpa                 | 46,68 M <sup>3</sup> /Hari  | 58,93 M <sup>3</sup>  |
| Lapisan Pondasi Bawah Beton Kusus                    | 41,19 M <sup>3</sup> /Hari  | 52,01 M <sup>3</sup>  |
| <b>Divisi Pekerjaan Struktur</b>                     |                             |                       |
| Baja Tulangan U24 Polos                              | 2.349,91 Kg/Hari            | 2.966,77 Kg           |
| Anyaman Kawat yang dilas ( <i>Welded Wire Mesh</i> ) | 2.352,74 Kg/Hari            | 2.970,33 Kg           |
| <b>Divisi Pengembalian dan Pekerjaan Minor</b>       |                             |                       |
| Marka Jalan Thermoplastik                            | 82,00 M <sup>2</sup> /Hari  | 103,53 M <sup>2</sup> |

### 3.5 Perhitungan Crash Durasi

Perhitungan Crash Durasi bertujuan untuk mengetahui durasi normal setiap pekerjaan dan durasi setelah dilakukan penambahan jam selama 3 jam, dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

**Tabel 3.5 Rekapitulasi Pemendekan Durasi Setelah Penambahan Jam**

| Uraian Kegiatan                                      | Durasi  |          |             |
|------------------------------------------------------|---------|----------|-------------|
|                                                      | Normal  | Crashing | Total Crash |
| <b>Divisi Umum</b>                                   |         |          |             |
| Mobilisasi Pengiriman Perlengkapan Kantor            | 7       | -        | -           |
| Mobilisasi Pengiriman Material dan Alat Berat        | 6       | -        | -           |
| Demobilisasi                                         | 7       | -        | -           |
| Manajemen dan Keselamatan Lalulintas                 | 180     | -        | -           |
| <b>Divisi Galian Tanah</b>                           |         |          |             |
| Galian Biasa                                         | 24 Hari | 19 Hari  | 5 Hari      |
| Galian Perkerasan Beton                              | 45 Hari | 36 Hari  | 11 Hari     |
| Penyiapan Badan Jalan                                | 10 Hari | 8 Hari   | 2 Hari      |
| <b>Divisi Perkerasan Berbutir</b>                    |         |          |             |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas A                      | 7 Hari  | 6 Hari   | 1 Hari      |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas B                      | 5 Hari  | 4 Hari   | 3 Hari      |
| Pekerjaan Perkerasan Beton Fs 45 Mpa                 | 86 Hari | 68 Hari  | 18 Hari     |
| Lapisan Pondasi Bawah Beton Kusus                    | 39 Hari | 31 Hari  | 8 Hari      |
| <b>Divisi Pekerjaan Struktur</b>                     |         |          |             |
| Baja Tulangan U24 Polos                              | 28 Hari | 22 Hari  | 6 Hari      |
| Anyaman Kawat yang dilas ( <i>Welded Wire Mesh</i> ) | 30 Hari | 24 Hari  | 6 Hari      |
| <b>Divisi Pengembalian dan Pekerjaan Minor</b>       |         |          |             |
| Marka Jalan Thermoplastik                            | 8 Hari  | 6 Hari   | 1 Hari      |

### 3.6 Perhitungan Crash Cost

Penambahan jam kerja dilakukan selama 3 jam setelah jam kerja normal dilaksanakan. Untuk perhitungan penambahan jam kerja lembur sebagai berikut:

**Tabel 3.6 Rekapitulasi Perhitungan Crash Cost Pekerja**

| Uraian Kegiatan                               | Crash Durasi | Crash Cost       |
|-----------------------------------------------|--------------|------------------|
| <b>Divisi Umum</b>                            |              |                  |
| Mobilisasi Pengiriman Perlengkapan Kantor     | 7 Hari       | -                |
| Mobilisasi Pengiriman Material dan Alat Berat | 6 Hari       | -                |
| Demobilisasi                                  | 7 Hari       | -                |
| Manajemen dan Keselamatan Lalulintas          | 180 Hari     | -                |
| <b>Divisi Galian Tanah</b>                    |              |                  |
| Galian Biasa                                  | 19 Hari      | Rp 18.092.484,00 |
| Galian Perkerasan Beton                       | 36 Hari      | Rp 58.233.978,00 |
| Penyiapan Badan Jalan                         | 8 Hari       | Rp 5.843.552,00  |
| <b>Divisi Perkerasan Berbutir</b>             |              |                  |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas A               | 6 Hari       | Rp 12.367.161,00 |
| Lapisan Pondasi Agregat Kelas B               | 2 Hari       | Rp 8.244.774,00  |

|                                                      |         |                   |
|------------------------------------------------------|---------|-------------------|
| Pekerjaan Perkerasan Beton Fs 45 Mpa                 | 68 Hari | Rp 731.440.368,00 |
| Lapisan Pondasi Bawah Beton Kurus                    | 31 Hari | Rp 63.896.998,50  |
| <b>Divisi Pekerjaan Struktur</b>                     |         |                   |
| Baja Tulangan U24 Polos                              | 22 Hari | Rp 26.464.779,00  |
| Anyaman Kawat yang dilas ( <i>Welded Wire Mesh</i> ) | 24 Hari | Rp 50.856.660,00  |
| <b>Divisi Pengembalian dan Pekerjaan Minor</b>       |         |                   |
| Marka Jalan Thermoplastik                            | 6 Hari  | Rp 13.871.412,00  |

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian Berdasarkan analisa perhitungan yang telah dilakukan, maka hal- hal yang dapat disimpulkan penelitian ini adalah : Setelah melakukan penambahan jam kerja selama 3 jam menghasilkan biaya minimum Rp 14,610,990,099.89. dan durasi optimum 145 hari. Keadaan proyek dalam kondisi normal durasi proyek 180 hari biaya langsung Rp 13.143.389.927,14, biaya tidak langsung Rp Rp 1.577.206.791,00 dan biaya total proyek Rp 14.720.596.646,14. Dengan penambahan 3 jam lembur durasi proyek dapat dipangkas menjadi 145 hari dengan selisih 35 hari, terjadi kenaikan pada biaya langsung proyek menjadi Rp 13,340,462,407.14 selisih biaya sebesar Rp 197.072.480,00 terjadi penurunan pada biaya tidak langsung menjadi Rp 1.270.527.692,75 dengan selisih sebesar Rp 306.679.098,25 sehingga menyebabkan penurunan pada biaya total proyek menjadi Rp 14,610,990,099.89 selisih biaya sebesar Rp 286.210.010,11 dengan efisiensi biaya 0,74 % atau dibulatkan menjadi 1,00 % dan efisiensi waktu 19,44 %

#### 5. DAFTAR PUSTAKA

- Agitiya Wahyu, A., Gunasti, A., & Cahya Dewi, I. (2024). Standarisasi Kinerja Waktu Dan Biaya Dengan Metode Earned Value Pada Tahap Pekerjaan Struktur Proyek. *Sustainable Civil Building Management And Engineering Journal*, 1(1), 40. <https://doi.org/10.47134/Scbmej.V1i1.2138>
- Farina, T., Nugraha, S., Mulyawan, A., & Wijaya, A. (2024). Pengakuan Dan Perlindungan Hutan Adat Dalam Mewujudkan Hak Masyarakat Hukum Adat Di Provinsi Kalimantan Tengah. *Unes Law Review*, 6(3), 9377–9389. Retrieved From <https://review-unes.com/https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Hakim, I., Asdi, & Afriliansyah, T. (2024). Implementasi Algoritma Komputasi Linear Regression Untuk Optimasi Prediksi Hasil Pertanian. *Jurnal Penerapan Sistem Informasi (Komputer & Manajemen)*, 5(3), 1423–1434.
- Ikhtisholiah, Wardana, M. H. I., & Agustiar, I. (2023). PENERAPAN METODE CPM DAN TIME-COST TRADE-OFF DALAM MENGELOLA WAKTU SERTA BIAYA PROYEK KONSTRUKSI X. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 12(2), 19–33.
- Kusumadarma, I. A., Pratami, D., Yasa, I. P., & Tripiawan, W. (2020). Developing Project Schedule In Telecommunication Projects Using Critical Path Method (CPM). *International Journal Of Integrated Engineering*, 12(3), 60–67. <https://doi.org/10.30880/Ijie.2020.12.03.008>
- Nardiansyah, A., & Intansari, D. W. A. (2022). Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Jalan Simp. 4 Kaliorang – Talisayan Kalimantan Timur. *Jurnal Kridatama Sains Dan Teknologi*, 4(02), 127–141. <https://doi.org/10.53863/Kst.V4i02.498>
- Nuraeni, S. R., & Adman. (2017). Pengaruh Kolaborasi Dengan Pemasok Terhadap Efisiensi Pengadaan Logistik. *Jurnal Logistica*, 53(9), 8–24.
- Rima, & Naim. (2025). Infrastruktur Berkelanjutan: Analisis Bantuan Luar Negeri Jepang Dalam Mendorong Pertumbuhan Ekonomi Indonesia. *Jurnal Akutansi, Manajemen, Dan Ilmu Pendidikan (JAMED)*, 1(1), 19–33.
- Rottie, F. V. A., Runtu, F. I., Umboh, A. H., & Bumbungan, S. J. (2024). Studi Penggunaan Metode Time Cost Trade Off Untuk Percepatan Waktu Pada Proyek Pembangunan Jembatan Dan Oprit Boulevard II. *Jurnal SAINTEK*, 04(01), 1–6.
- Zakaria Umar, M. (2022). Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Pendapatan Para Pengusaha Bahan Bangunan Lokal Di Kota Kendari. *Jurnal Arsitektur Zonasi*, 5(21), 2022. Retrieved From <http://ejournal.upi.edu/index.php/jaz->
- Zhang, P. (2024). Construction Of Virtual Simulation Experiment Platform For Intelligent Construction Based On Statistical Machine Learning System Modelling. *Transactions Of The Royal Institution Of Naval Architects Part A: International Journal Of Maritime Engineering*, 1(1), A545–A555. <https://doi.org/10.5750/Ijme.V1i1.1384>