

## Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Dengan Metode *Time Cost Trade Off* (TCTO)

Cut Adinda Nathasia<sup>1</sup>, Johan Budiman<sup>2</sup>, Norman<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Sipil, Universitas Islam Syekh Yusuf Tangerang, Indonesia  
<sup>1</sup>cutadinda@unis.ac.id, <sup>2</sup>joebudiman@unis.ac.id, <sup>3</sup>norman@unis.ac.id

### Article History:

Received 5 Januari 2022

Revised 24 Februari 2022

Accepted 17 Maret 2022

Available online 00 Maret  
2022

### Abstrak

Pembangunan jalan tol merupakan bagian pengembangan infrastruktur yang masuk dalam proyek strategis nasional, sehingga percepatan pembangunan jalan tol tersebut saat ini dilaksanakan agar dapat segera difungsikan untuk kemaslahatan ekonomi umat. Salah satu proyek ruas jalan tol yang dikerjakan adalah ruas tol Bakauheni – Terbanggi Besar Paket 1 yang menghubungkan Bakauheni – Sidomulyo pada STA 22+000 s/d 27+800 yang berlokasi di Kecamatan Kalianda, Desa Wai Lubuk, Kabupaten Lampung Selatan. Proyek pembangunan jalan tol pada ruas ini dipilih sebagai objek penelitian karena ini merupakan bagian proyek strategis Pemerintah Pembangunan Jalan Tol Trans Sumatra. Metode yang digunakan untuk program percepatan pembangunan adalah dengan Model Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off Analysis*) yang diolah dari sumber data teknis eksisting untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek. Analisis alternatif yang digunakan adalah dengan penambahan jam kerja lembur. Setelah dilakukan analisis data dengan metode tersebut diperoleh percepatan penyelesaian proyek menjadi 123 hari dari waktu normalnya 158 hari dengan optimasi efisiensi waktu proyek sebesar 19% dan juga efisiensi biaya optimum sebesar 1,6%.

Kata kunci : Hubungan Biaya Terhadap Waktu, Jalan Tol, Metode *Time Cost Trade Off*, Percepatan.

### Abstract

The toll road is a national strategic infrastructure road development project, so that the government makes the Toll Road Development Acceleration Program so that it can be immediately used for the economic benefit of the people. The Bakauheni – Terbanggi Besar Toll Road Development Project Package 1 Bakauheni – Sidomulyo STA 22+000 to 27+800 which is located in Kalianda District, Wai Lubuk Village, South Lampung Regency was chosen as the object of research because this is a strategic project for the Government of Road Development. Trans Sumatra toll road. One of the methods used for the accelerated development program is to perform a Time Cost Trade Off Analysis which is processed from technique data to speed up the project completion time. The alternative analysis used for this method is the addition of overtime hours. After analyzing project data using the Time Cost Trade Off method, it was found that the acceleration of project completion was 123 days from the normal time of 158 days with an optimization of project time efficiency of 19% and optimum cost efficiency of 1.6%.

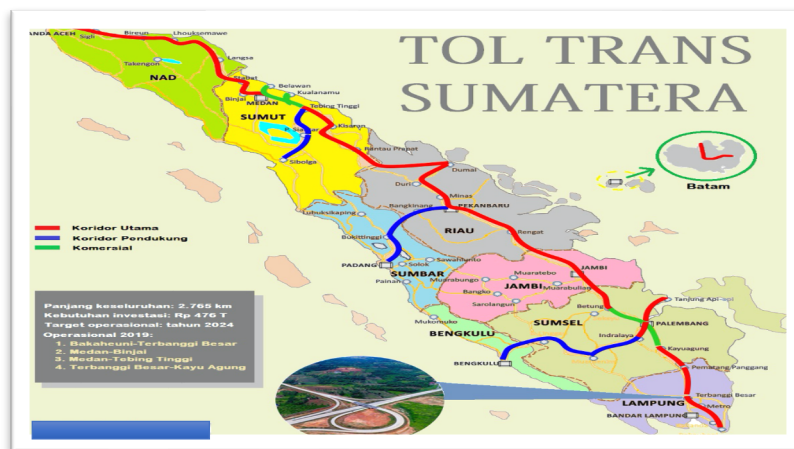
Keywords : Cost and Time Relationship, Shorten, Time Cost Trade Off (TCTO) Method, Toll Road.

## 1. Pendahuluan

Proyek dapat didefinisikan sebagai kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan alokasi sumber daya tertentu dan ditujukan untuk menghasilkan produk dengan kriteria kualitas tertentu. Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), yang berarti proyek harus diselesaikan lebih awal atau tepat waktu (Kisworo & Handayani, Fajar S., 2017). Teknis dilapangan, pelaksanaan proyek konstruksi dapat menemui berbagai kemungkinan misalnya keterlambatan suplai material, pengaruh cuaca, perubahan desain dari owner, dan kesalahan perencanaan atau spesifikasi. Untuk mencegah kemungkinan tersebut terjadi maka kontraktor sebagai pelaksana pekerjaan harus memiliki analisa yang detail dan memberikan solusi yang optimal (Pratama et al., 2016)

Pembangunan jalan tol yang masuk dalam proyek strategis nasional, membutuhkan Program Percepatan Pembangunan agar dapat segera difungsikan, salah satunya adalah proyek pembangunan

jalan tol pada ruas Bakauheni – Terbanggi Besar Paket 1 khususnya antara Bakauheni – Sidomulyo pada STA 22+000 s/d 27+800 yang berlokasi di Kecamatan Kalianda, Desa Wai Lubuk, Kabupaten Lampung Selatan yang dipilih menjadi objek penelitian. Dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini.



**Gambar 1.** Lokasi Analisa Percepatan Proyek Pembangunan Tol  
(Sumber: <https://www.beritasatu.com/ekonomi/542033/tol-transsumatera-2700-km>)

(Stefanus, 2017) telah meneliti tentang Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek dengan Menggunakan Metode *Fast-Track* Dan *Crash Program*, disimpulkan bahwa metode fast-track dinilai mampu memberikan efisiensi biaya yang lebih murah, namun memiliki risiko yang lebih tinggi karena jika salah satu pekerjaan yang berada di jalur kritis mengalami keterlambatan proyek, pekerjaan lainnya akan terpengaruh.

(Rudianto & Munasih, 2020) pada penelitiannya merilis jurnal tentang Analisa Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan Metode *Time Cost Trade Off* ( Tcto ) dimana efektifitas dengan metode ini, biaya waktu proyek dapat diseimbangkan dengan menganalisis biaya proyek tambahan yang timbul dengan waktu pelaksanaan yang dipercepat sedemikian rupa sehingga tercapai biaya dan kondisi waktu yang optimal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biaya percepatan waktu proyek lebih rendah dibandingkan biaya keterlambatan dan denda proyek.

Metode yang digunakan untuk melakukan percepatan pembangunan jalan tol tersebut adalah dengan Analisis Percepatan Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off Analysis*) yang diolah dari data di lapangan, yang bertujuan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dan menganalisis efektifitasnya dengan penambahan biaya minimum terhadap item kegiatan yang dapat dipercepat waktu pengerjaannya. Dengan memanfaatkan dan mendapatkan waktu yang optimal maka alternatif yang digunakan salah satunya adalah dengan menambah jam kerja.

## 2. Bahan dan Metode

### Rencana Anggaran Biaya (RAB) & *Schedule* Pelaksanaan (Kurva S)

Rencanakan Anggaran Biaya adalah deskripsi pekerjaan, ruang lingkup pekerjaan dikalikan dengan harga satuan setiap pekerjaan ditampilkan, dan total biaya konstruksi proyek dihitung. Data ini digunakan sebagai acuan utama untuk menunjukkan biaya langsung proyek dan untuk merencanakan pelaksanaan proyek. Kurva S digunakan sebagai panduan penting untuk perencanaan pelaksanaan proyek untuk menunjukkan jenis pekerjaan yang tersedia, persentase setiap pekerjaan, dan durasi setiap pekerjaan.

### *Microsoft Project* (Ms. Project)

*Microsoft Project* (Ms. Project) adalah sebuah aplikasi program manajemen suatu proyek, pembuatan grafik, serta pencarian data. Penelitian ini menggunakan aplikasi *Microsoft Office Project* yang khusus digunakan untuk perencanaan jaringan, penentuan jalur kritis dan penentuan *total float* untuk sejumlah aktivitas proyek (Swempri et al., 2017).

**Analisa Aktifitas Kritis : Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*), Biaya Langsung (*Direct Cost*) dan Total Cost untuk Penambahan Jam Lembur**

Produktivitas kerja adalah hubungan perbandingan antara pekerja dan beban kerjanya. Untuk menentukan produktivitas kerja lembur dihitung 75% dari produktivitas waktu kerja normal (Izzah, 2017)

a. Produktivitas harian =  $\frac{Volume}{Normal\ Duration}$  .....[1]

b. Produktivitas / jam =  $\frac{Produktifitas\ Harian}{7\ Jam}$  .....[2]

c. *Crash* Produktivitas harian :  
= Produktivitas harian + (3 x produktivitas per jam x 75%) .....[3]

Dari akhir proyek setelah percepatan (*crash duration*) akan mendapatkan nilai produktivitas harian setelah *crash* tersebut.

**Analisis dengan Cost Slope, Crash Duration, dan Crash Cost**

*Cost slope* adalah biaya langsung tambahan per satuan (Suherman, 2016). Dimana diambil dari olah data yang memiliki *cost slope minimum* dari kegiatan pekerjaan kritis yang akan dipercepat.

*Cost slope* =  $\frac{Crash\ Cost - Normal\ Cost}{Normal\ Duration - Crash\ Duration}$  .....[4]

*Crash duration* merupakan perhitungan waktu (durasi) yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan setelah dialokasikan jam kerja tambahan (lembur) (Fazri et al., 2020).

*Crash duration* =  $\frac{Volume}{Produktivitas\ harian\ setelah\ crash}$  .....[5]

*Crash cost* adalah biaya yang dikeluarkan untuk penyelesaian pekerjaan untuk jangka waktu yang sesuai dengan lamanya durasi *crash* kegiatan pekerjaannya (Muharani et al., 2020)

*Crash cost* digunakan setelah melakukan kegiatan percepatan, yaitu semua pengolahan data biaya langsung normal penyelesaian pekerjaan.

Biaya upah lembur total = jumlah pekerja x total tambahan waktu lembur x biaya lembur/hari.....[6]

*Crash cost* = biaya langsung normal + biaya upah lembur total.....[7]

**Menetapkan Normal Cost**

*Normal Cost* (Biaya Normal) adalah Biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan selama periode normal pekerjaan proyek (Vebiola & Waskito, 2020)

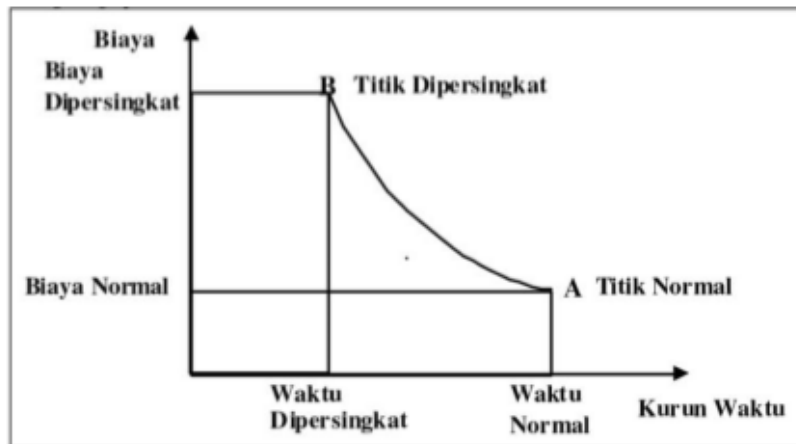
**Menetapkan Normal Duration**

*Normal Duration* (Waktu Normal) adalah waktu normal dibutuhkan untuk melaksanakan aktivitas kegiatan proyek berlangsung secara efisien dengan tidak mempertimbangkan alternatif tambahan (Vernoal et al., 2019)

**Mempercepat Waktu Penyelesaian Proyek (Percepatan Durasi)**

*Crashing* adalah suatu olah data untuk mempersingkat durasi kegiatan proyek. Ada dua faktor penentu dilakukannya *crashing*, yaitu pertama dikarenakan suatu proyek akan mengalami atau telah mengalami keterlambatan dan faktor kedua dikarenakan adanya kontrak perjanjian antara kedua belah pihak untuk mengikuti schedule pekerjaan yang telah ditetapkan bersama jika tidak maka salah satu pihak akan dikenakan denda keterlambatan (Restrepo Klinge, 2019). Sebelum kegiatan *crashing*, pertama dilakukan harus membuat *network planning* (penjadwalan proyek) terlebih dahulu untuk mengetahui lintasan kritis pada kegiatan proyek. Lintasan kritis dapat memberi acuan dalam penentuan kegiatan kritis pada pekerjaan tersebut (Padaga et al., 2018). Dapat dilihat pada gambar 2 untuk

hubungan untuk Waktu-Biaya Normal dan Dipersingkat.



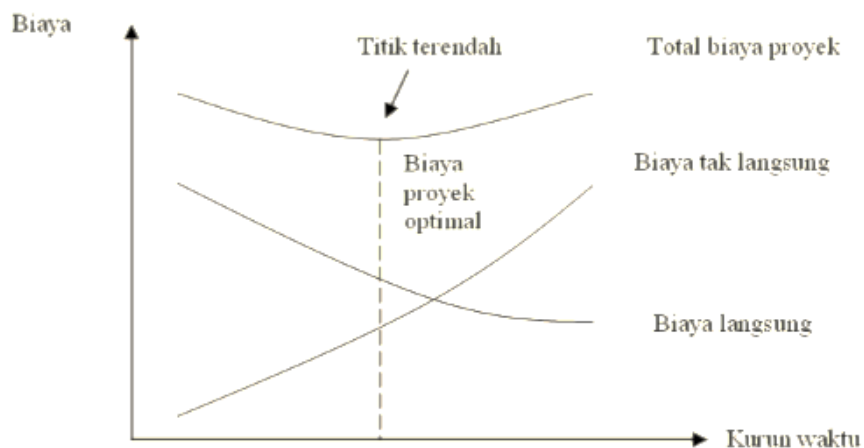
Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu-Biaya Normal dan Dipersingkat (Sumber: Kim, S. H. (2012))

### Metode *Time Cost Trade Off*

Menurut pengertian TCTO didefinisikan sebagai proses bijaksana, sistematis dan analitis di mana semua karakteristik dalam sebuah proyek diuji untuk karakteristik jalur kritis. Di dalam analisa pertukaran antara waktu dan biaya ini, biaya berubah karena waktu penyelesaian proyek bervariasi (Ismanta Rio, 2018). Karena waktu pelaksanaan dipercepat, biaya langsung (*direct cost*) meningkat dan biaya tidak langsung (*indirect cost*) akan menurun.

### Hubungan Waktu dan Biaya

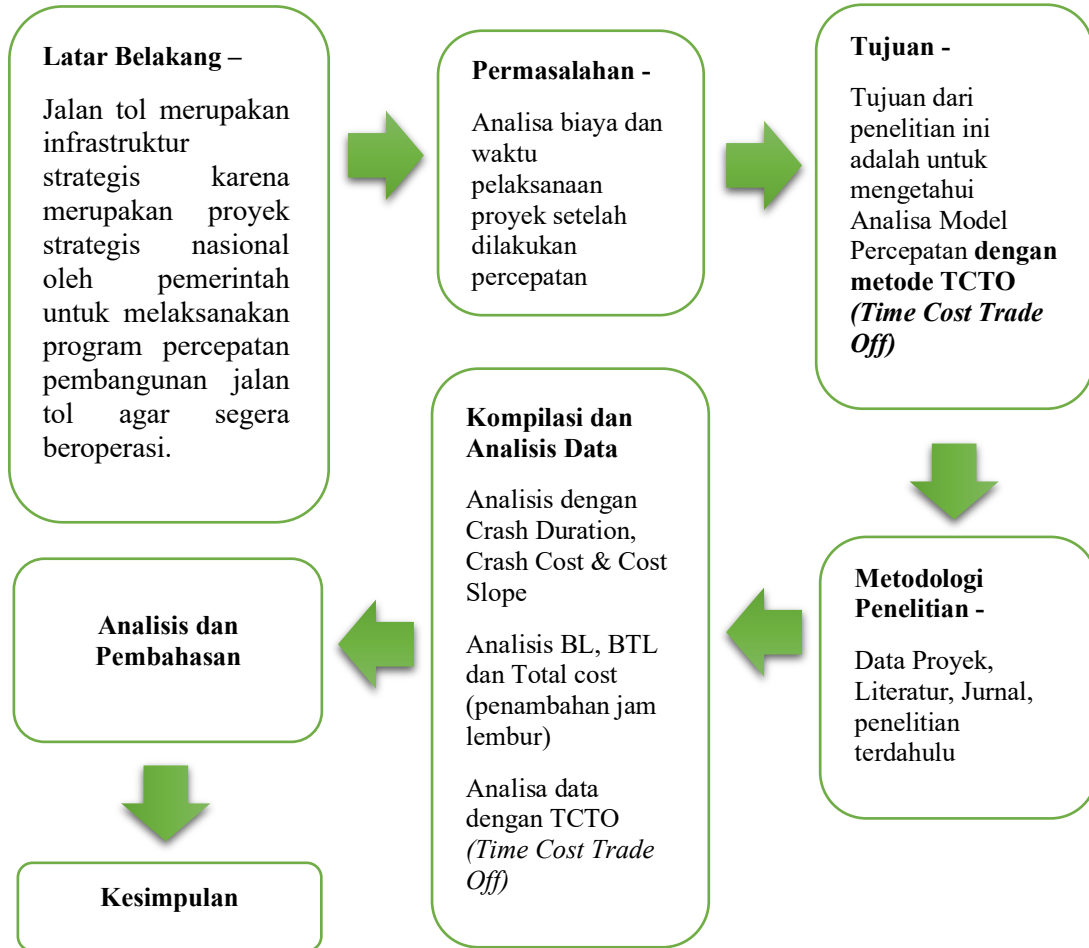
Biaya total proyek adalah jumlah dari biaya tidak langsung (*indirect cost*) ditambah dengan biaya langsung (*direct cost*) yang digunakan pada saat pelaksanaan proyek berlangsung (Arvianto & Handayani, 2017) Besaran biaya ini tergantung oleh karakteristik proyek dan waktu pelaksanaan (durasi) proyek tersebut. Biaya ini dapat berubah tergantung pada waktu dan keberlanjutan proyek. Tidak bisa dihitung dengan rumus tertentu, tapi secara umum, semakin lama proyek, semakin tinggi total *overhead* dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hubungan antara waktu dan biaya (Sumber: Kim, S. H. (2012))

**Kerangka Berpikir**

Kerangka berpikir merupakan argumentasi untuk merumuskan hipotesis berlandaskan kesimpulan hasil kajian teori dan telaah penelitian terdahulu. Dapat dilihat pada gambar 4



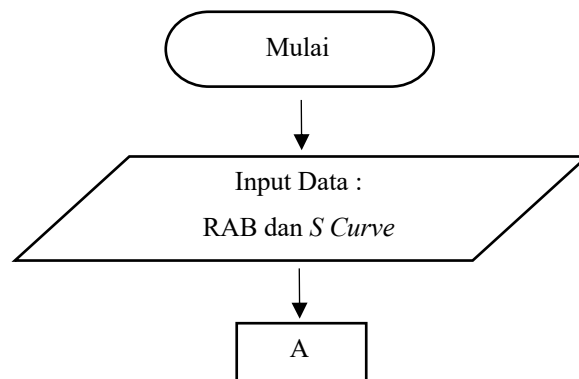
Gambar 4. Kerangka Berpikir Penelitian

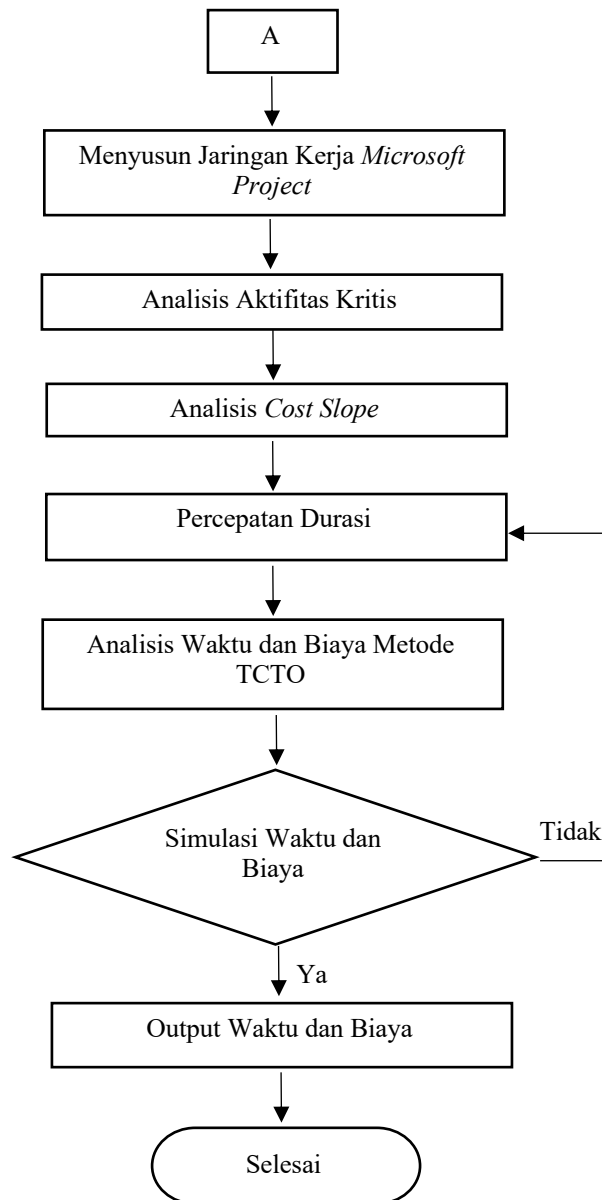
**3. Hasil dan Pembahasan**

Lokasi penelitian adalah Ruas Tol Bakauheni – Sidomulyo pada STA 22+000 s/d 27+800 pada Proyek Pembangunan Jalan Tol Ruas Bakauheni – Terbanggi Besar Paket 1 Bakauheni – Sidomulyo, di desa Wai Lubuk, Kecamatan Kalianda, Kabupaten Lampung Selatan.

**Tahapan Penelitian**

Tahapan penelitian analisa *Time Cost Trade Off* pada *flowchart* gambar 5 dibawah ini :





Gambar 5. Bagan Alir Analisis *Time Cost Trade Off*

**Pembahasan**

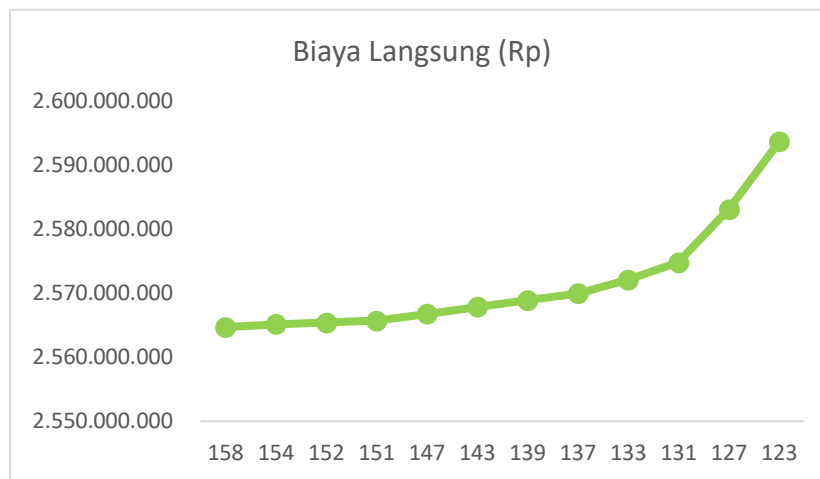
Dalam pembahasan ini akan diidentifikasi lintasan kritis yang memiliki tingkat risiko tinggi pada aktivitas kegiatan pekerjaan serta ditinjau dan dianalisis dalam penentuan crashing pekerjaan seperti tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1.** Kegiatan yang dipercepat (Lintasan Kritis)

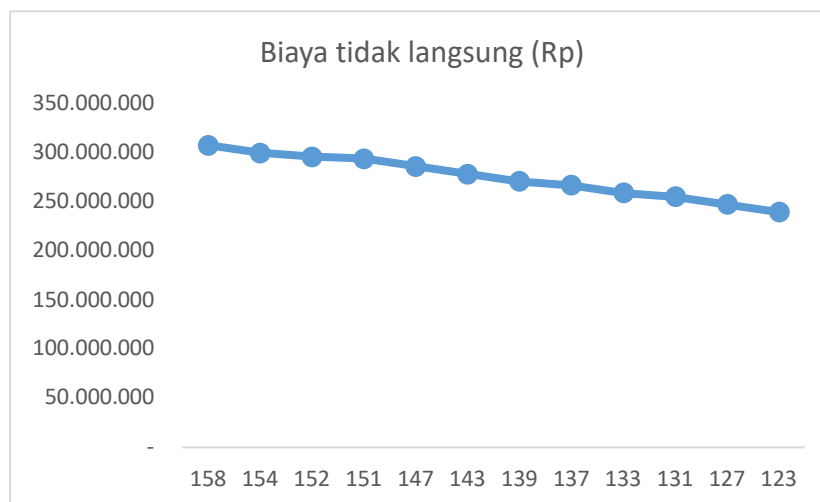
No	Hasil kegiatan yang dipercepat (Lintasan Kritis)
1	Pembersihan Tempat Kerja
2	Galian Tanah untuk Timbunan, jarak kisaran 0-3 km
3	Galian Biasa untuk Dibuang (Waste 0,2 - 1 km
4	Galian Batu untuk di Timbun
5	Galian Tanah Berboulder untuk di Timbun
6	Common Borrow Material
7	Persiapan Tanah Dasar
8	Bitumen Lapis Resep Pengikat (Prime Coat)
9	Bitumen Lapis Pengikat (Tack Coat)

10	Pembongkaran Perkerasan Aspal atau Beton Semen
11	Pembongkaran Pasangan Batu bata
12	Lapis Pondasi Agregat Kelas B
13	Lapis Pondasi Agregat Kelas A
14	Perkerasan Beton
15	Lean Concrete (t = 10 cm ) Klas E
16	Beton Struktur Kelas B 1 - 4 (Pier Tinggi, h > 7 m)
17	Beton Kelas B 1 - 3 (Pier Head)
18	Beton Kelas B (Box - Pedestrian)
19	Beton Kelas C - 2 (Box)
20	Beton Kelas E
21	Tiang Cor Beton Cast - In - Place D = 80 cm dan PIT

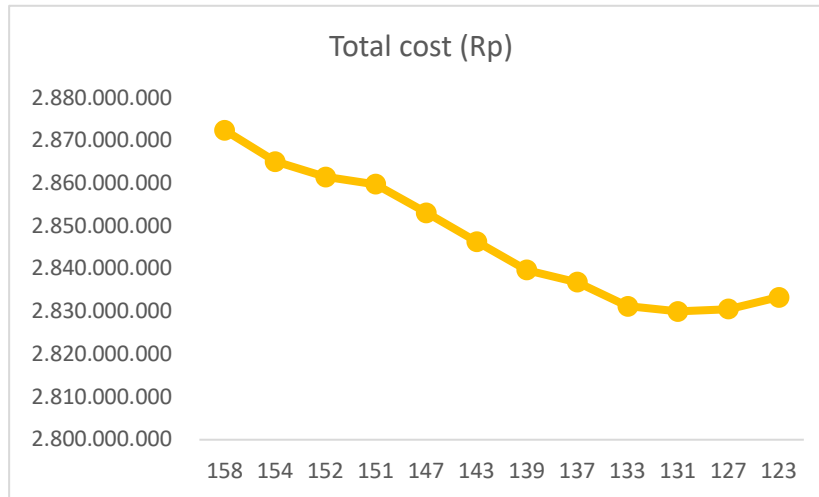
Berdasarkan grafik hasil analisis di bawah ini dapat diketahui bahwa biaya langsung akan meningkat karena adanya aktivitas tambahan pekerja yang terkait langsung dengan pelaksanaan proyek di lapangan, tetapi biaya overhead akan berkurang dikarenakan waktu (durasi) pelaksanaan yang semakin berkurang akibat dilakukannya *crashing* (percepatan). Hubungan ini dapat dilihat pada gambar 6, gambar 7 dan gambar 8 tentang grafik hasil analisis dengan penambahan jam kerja lembur



**Gambar 6.** Grafik hasil analisis biaya langsung penambahan jam kerja lembur



**Gambar 7.** Grafik hasil analisis biaya tidak langsung penambahan jam kerja lembur

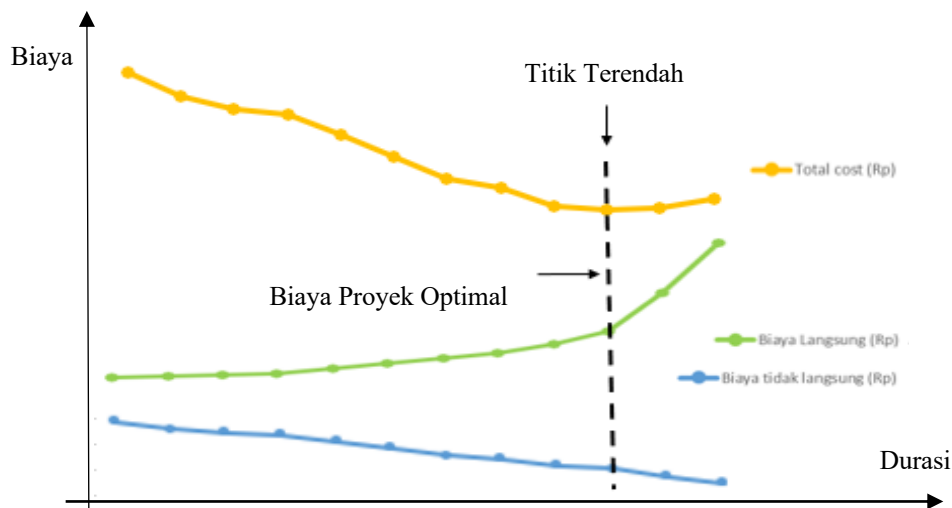


**Gambar 8.** Grafik hasil analisis total biaya penambahan jam kerja lembur

Hasil analisa perhitungan *crashing maksimal* untuk penyelesaian proyek percepatan :

1. Dari hasil analisa total biaya penambahan jam lembur, diperoleh waktu yang paling *optimum* adalah 131 hari, dan disertai pengurangan total biaya *optimum* sebesar Rp 2.829.158.427,-
2. Perbandingan waktu *schedule* memperoleh efisiensi waktu pelaksanaan proyek sebanyak 35 hari, dari waktu normal untuk menyelesaikan proyek selama 158 hari menjadi 123 hari
3. Perbandingan biaya *schedule* awal dan setelah dilakukan percepatan dengan efisiensi biaya proyek sebesar Rp 46.725.351 dari total biaya normal Rp 2.875.883.778,- menjadi total biaya *optimum* sebesar Rp. 2.829.158.427,-

Berdasarkan gambar 9 tentang Grafik hubungan antara waktu dan biaya dengan penambahan jam kerja lembur dapat disimpulkan bahwa semakin dipercepat proyek berlangsung maka semakin rendah kumulatif biaya tak langsung yang digunakan



**Gambar 9.** Grafik hasil analisis hubungan antara waktu dan biaya dengan penambahan jam kerja lembur

#### 4. Kesimpulan

Dapat disimpulkan bahwa berdasarkan hasil analisis olah data kegiatan percepatan yang dilakukan pada proyek pembangunan Ruas Tol Bakauheni – Sidomulyo pada STA 22+000 s/d 27+800, diperoleh efisiensi waktu pelaksanaan proyek sebanyak 35 hari dari waktu normal untuk menyelesaikan proyek adalah selama 158 hari, dan setelah dilakukan percepatan waktu penyelesaian proyek menjadi 123 hari atau lebih cepat 20% dari waktu normal, dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp 46.725.351 (1,6%) dari total biaya normal Rp 2.875.883.778,- menjadi total biaya *optimum* sebesar Rp. 2.829.158.427,-



### Daftar Pustaka

- Arvianto, R., & Handayani, F. S. (2017). Optimasi Biaya Dan Waktu Dengan Metode Time Cost Trade Off ( TCTO ) ( Studi Kasus Proyek Bangunan Rawat Inap Kelas III dan Parkir RSUD Dr . Moewardi. *Jurnal Teknik Sipil Universitas Sebelas Maret*, 69–74.
- Fazri, M., Widiastuti, M., & Jamal, M. (2020). Analisis Percepatan Waktu Dengan Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Rusun 1 Kota Samarinda Kalimantan Timur. *Teknologi Sipil*, 3(2), 1–14.
- Ismanta Rio, R. (2018). *Proyek Dengan Metode Shift (Analysis Of Project Implementation Time Acceleration Ushing Shift Method)*.
- Izzah, N. (2017). Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off ( TCTO ) pada Proyek Pembangunan Time Exchange Analysis and Cost Using Time Cost Trade Off ( TCTO ) Method in Housing Development Projects in PT . X. *Teknik Industri*, 10(1), 51–58.
- Kim, S. H. (2012). Free-electron two-quantum stark radiation driven by the electric wiggler associated with density modulation in a hydrodynamic free-electron laser. *Journal of the Korean Physical Society*, 60(5), 674–679. <https://doi.org/10.3938/jkps.60.674>
- Kisworo, R. W., & Handayani, Fajar S., S. (2017). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur dan Jumlah Alat. *E-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, September 2017, 766–776.
- Kustiani, I., Ma'ruf, A., & Mela, A. F. (2016). Analisis Time Cost Trade Off Untuk Mengejar Keterlambatan Pelaksanaan Proyek di Bandar Lampung. *Jurnal Rekayasa*, 20(2), 89–100.
- Muharani, A., Mulyanto, P. I., & Jokosisworo, S. (2020). Optimasi Percepatan Proyek Pembangunan Kapal Kelas I Kenavigasian dengan Metode Pendekatan Analisa Time Cost Trade Off. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 8(3), 330–338.
- Padaga, L. K., Rochani, I., & Mulyadi, Y. (2018). Penjadwalan Berdasarkan Analisis Faktor-Faktor Penyebab Keterlambatan Proyek Reparasi Kapal: Studi Kasus MV. Blossom. *Jurnal Teknik ITS*, 7(1). <https://doi.org/10.12962/j23373539.v7i1.29075>
- Pratama, A., Taufik, H., Jurusan, M., Sipil, T., Jurusan, D., & Sipil, T. (2016). Analisis Percepatan Terhadap Waktu Proyek ( Study kasus : Kantor Dinas SKPD Gedung B3 di Tenayan Raya ). *Jom FTEKNIK*, 3, 1–13.
- Restrepo Klinge, S. (2019). No TitleEAENH. *Ayan*, 8(5), 55.
- Rudianto, A. T. A., & Munasih. (2020). *Analisa Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off ( Tcto ) Studi Kasus : Proyek Pembangunan Integrated Laboratory for Health Science Di Kabupaten Jember*. 2(2), 217–223.
- Stefanus, Y. (2017). Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode Fast-Track Dan Crash Program. *Jurnal Media Teknik Sipil*, 15(1), 76. <https://doi.org/10.22219/jmts.v15i1.4494>
- Suherman, S. (2016). Optimasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Access Road Construction and Soil Clean Up. *Jurnal Teknik Industri: Jurnal Hasil Penelitian Dan Karya Ilmiah Dalam Bidang Teknik Industri*, 2(2), 199. <https://doi.org/10.24014/jti.v2i2.5094>
- Swempri, P., Hendra, T., & Rian, K. T. (2017). Analisis percepatan pekerjaan fondasi dan struktur pada proyek konstruksi pembangkit listrik tenaga uap (pltu) tembilahan provinsi riau. *Jom F TEKNIK*.
- Vebiola, N. E., & Waskito, J. P. H. (2020). Analisis Optimasi Waktu dan Biaya dengan Mwtode Time Cost Trade Off (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda ). *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Konstruksi*, 8(2), 113–120.
- Vernoal, G., Jokosisworo, S., & Adietya, berlian arswendo. (2019). Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Akibat Keterlambatan Bagian Mesin Pada Proyek Pembangunan Mooring Boat Milik PT. Pertamina Trans Kontinental. *Jurnal Teknik Perkapalan*. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 7(2), 152–160.
- <https://www.beritasatu.com/ekonomi/542033/tol-transsumatera-2700-km-mengapa-tidak-sejak-dulu>

**Ucapan Terima Kasih** Penulis berharap jurnal ini dapat menjadi tambahan referensi yang bermanfaat bagi yang membutuhkan. Penulis mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Universitas Islam Syekh Yusuf dan Dewan Redaksi UNISTEK dengan tanpa pamrih memberikan waktu dan ilmu untuk proses meninjau, mengevaluasi, menilai dan menjamin kualitas serta memberikan dampak substantif pada artikel ini.