

## Analisis Biaya dan Waktu Dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Gedung Food Court pada Kawasan Lapangan Eks Batalyon Cilacap

### Analysis Cost and Time Using the Time Cost Trade Off Method in the Food Court Building Construction Project in the Ex-Battalion Cilacap Field Area

Azhar Aditama<sup>1</sup>, Amris Azizi<sup>2</sup>, Dewi Laras Sulastri Ningsih<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Sains  
Universitas Muhammadiyah Purwokerto

#### Informasi Artikel

Dikirim, 1 Agustus 2025  
Direvisi, 29 Januari 2026  
Diterima, 29 Januari 2026

#### Korespondensi Penulis:

Azhar Aditama  
Program Studi Teknik Sipil  
Universitas Muhammadiyah  
Purwokerto  
Jl. K.H. Ahmad Dahlan  
Purwokerto, 53182  
Email:  
Azhar.aditama12@gmail.com

#### ABSTRAK

Pelaksanaan Proyek konstruksi seringkali menghadapi kendala keterlambatan waktu dan pembengkakan biaya. Oleh karena itu, diperlukan metode optimasi untuk mencapai efisiensi dalam penyelesaian proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis efisiensi waktu dan biaya melalui metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada proyek pembangunan Gedung Food Court di Kawasan Lapangan Eks Batalyon Cilacap. Data yang digunakan diperoleh dari time schedule, RAB, dan laporan mingguan antara minggu ke-14 hingga minggu ke-20. Analisis dilakukan dengan metode Precedence diagram Method, teknik Crashing, dan penerapan TCTO untuk mendapatkan durasi optimal dan biaya minimum proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa melalui penambahan jam kerja (lembur) dan penerapan metode TCTO, proyek dapat diselesaikan lebih cepat dibandingkan jadwal normal, dengan efisiensi biaya yang signifikan.

**Kata Kunci :** *Time Cost Trade Off*, Biaya, Waktu.

#### ABSTRACT

*Construction projects frequently encounter delays and cost overruns. Therefore, optimization methods are required to ensure efficiency in project completion. This study aims to analyze time and cost efficiency through the Time Cost Trade Off (TCTO) method in the construction project of a Food Court building at the Ex-Battalion Field Area, Cilacap. The data used were obtained from the time schedule, budget plan (RAB), and weekly reports from weeks 14 to 20. The analysis employed the Precedence Diagram Method (PDM), crashing techniques, and TCTO to determine the project's optimal duration and minimum cost. The results indicate that by implementing overtime and applying the TCTO method, the project can be completed faster than the normal schedule with significant cost efficiency. These findings contribute to the planning of accelerated projects that are both efficient and economical.*

**Keyword :** *Time Cost Trade Off*, Cost, Time.

## 1. PENDAHULUAN

Perencanaan proyek konstruksi yang efektif menuntut optimalisasi terhadap dua aspek utama, yakni waktu dan biaya. Keduanya harus diselenggarakan agar pelaksanaan proyek dapat berjalan efisien sekaligus menguntungkan. Meski demikian, realita di lapangan sering kali terjadi berbagai permasalahan yang mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek [1] [2]. Keterlambatan dalam pelaksanaan pekerjaan umum terjadi akibat kendala teknis, cuaca, tenaga kerja, atau manajerial. Hal ini berpotensi menyebabkan pembengkakan biaya dan gangguan terhadap tenggat waktu proyek. Oleh karena itu, strategi percepatan proyek menjadi penting untuk dipertimbangkan. Salah satu pendekatan yang relevan adalah metode Time Cost Trade Off, yaitu analisis pertukaran antara waktu dan biaya untuk memperoleh kombinasi yang paling efisien.

Beberapa penelitian sebelumnya menggunakan metode Time Cost Trade Off telah banyak diterapkan untuk optimalisasi waktu dan biaya pada berbagai proyek konstruksi. Penambahan jam lembur maupun tenaga kerja mampu mempercepat penanganan proyek namun berdampak pada peningkatan biaya secara langsung [2] [3]. Dengan penerapan TCTO efektif menentukan kombinasi waktu dan biaya yang optimal melalui identifikasi lintasan kritis [4] [5]. Pendekatan lain yang digunakan yaitu cash program untuk meminimalkan keterlambatan pekerjaan [6]. Selain itu metode TCTO juga dapat diterapkan pada proyek infrastruktur lainnya [7] [8]. Keberhasilan dari TCTO bergantung pada kondisi aktual proyek dan waktu pelaksanaannya [9]. Penelitian sebelumnya belum ada kajian yang secara spesifik menganalisis percepatan proyek pada fase kritis menjelang PHO dengan membandingkan kondisi normal, crashing, dan hasil TCTO secara simultan berdasarkan data aktual mingguan proyek.

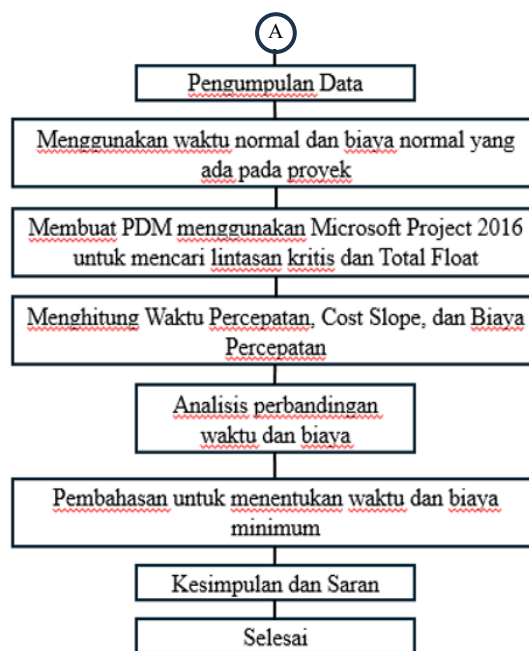
Sebagai studi kasus, proyek pembangunan Gedung Food Court di kawasan Lapangan Eks Batalyon Cilacap mengalami keterlambatan dari rencana awal 153 hari dengan nilai kontrak sebesar Rp 4.520.000.000, sehingga perlu dianalisis strategi percepatan yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi durasi pelaksanaan proyek yang paling optimal, menganalisis selisih waktu setelah penambahan jam kerja lembur hingga batas akhir PHO (Provisional Hand Over), mengevaluasi efisiensi waktu dan biaya pasca penerapan lembur, serta membandingkan kondisi proyek dalam tiga skenario: kondisi normal, kondisi setelah crashing, dan kondisi hasil metode TCTO. Penelitian difokuskan pada minggu ke-14 hingga ke-20 pelaksanaan proyek. Data yang digunakan mencakup dokumen Rencana Anggaran Biaya (RAB), time schedule, dan laporan mingguan yang diperoleh langsung dari pelaksana proyek. Analisis dilakukan dengan pendekatan Precedence Diagram Method (PDM), teknik crashing, dan metode TCTO. Penggunaan Microsoft Project 2016 mendukung proses pemetaan diagram jaringan aktivitas, identifikasi total float, serta penentuan lintasan kritis (critical path).

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode Time Cost Trade Off (TCTO) untuk menganalisis efisiensi antara waktu dan biaya pada pelaksanaan proyek konstruksi. Studi dilakukan pada proyek pembangunan Gedung Food Court di Kawasan Lapangan Eks Batalyon Cilacap yang mengalami keterlambatan dari rencana awal. Melalui metode TCTO, proyek dianalisis untuk menentukan durasi optimal dengan biaya total serendah mungkin. Metode ini melibatkan identifikasi durasi normal, estimasi crash duration (waktu percepatan), perhitungan crash cost, serta pemodelan kombinasi waktu dan biaya melalui tahapan perhitungan sistematis.

Data penelitian dikumpulkan secara sekunder melalui dokumen proyek, seperti Rencana Anggaran Biaya (RAB), time schedule, laporan mingguan, dan kurva-S progres. Data waktu diperoleh dari laporan konsultan pengawas, sementara data biaya diperoleh dari kontraktor pelaksana. Selanjutnya, dilakukan penyusunan network diagram menggunakan metode Precedence Diagram Method (PDM) untuk mengidentifikasi lintasan kritis (critical path). Proyek kemudian dianalisis melalui proses crashing pada aktivitas lintasan kritis dengan penerapan sistem kerja tiga shift, dilanjutkan dengan perhitungan cost slope dan penerapan metode TCTO.





Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Langkah akhir dari penelitian meliputi evaluasi hasil analisis TCTO guna memilih kombinasi waktu dan biaya paling efisien. Hasil tersebut digunakan sebagai rekomendasi teknis untuk proyek, sekaligus menjadi masukan strategis dalam pengelolaan proyek serupa di masa mendatang.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Crash Duration

Pekerjaan pembuatan Balok Latte 10/15 dengan volume 70,32 meter memiliki durasi normal selama 28 hari atau setara dengan 196 jam kerja. Berdasarkan data tersebut, diperoleh produktivitas kerja dalam kondisi normal sebesar 2,51 meter per hari atau 0,36 meter per jam. Untuk mempercepat penyelesaian pekerjaan, diterapkan sistem lembur selama 3 jam per hari dengan efisiensi 90%. Dengan asumsi ini, crash duration dihitung menggunakan rumus pembagian antara volume pekerjaan dengan total produktivitas gabungan dari jam kerja normal dan lembur. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa crash duration yang diperoleh adalah sekitar 20,21 hari, yang kemudian dibulatkan menjadi 20 hari. Artinya, pekerjaan tersebut dapat diselesaikan 8 hari lebih cepat dibandingkan dengan durasi normalnya. Selisih ini disebut sebagai crashing, yaitu selisih antara durasi normal dan crash duration, yang mencerminkan penghematan waktu yang dicapai akibat percepatan. Perhitungan crash duration ini difokuskan pada pekerjaan-pekerjaan yang berada di jalur kritis proyek karena secara langsung memengaruhi waktu penyelesaian keseluruhan proyek. Sebagai alternatif evaluasi, perbandingan juga dilakukan dengan menggunakan crash duration minimum, yaitu percepatan hanya 1 hari sehingga durasi menjadi 27 hari. Dengan demikian, proyek tetap mengalami percepatan walau hanya sebesar 1 hari. Analisis seperti ini penting untuk menilai tingkat efisiensi percepatan dan menjadi dasar dalam menentukan kombinasi waktu dan biaya yang paling optimal.

#### 3.2. Crash Cost

Durasi crashing maksimal selama 8 hari (3 jam lembur/hari) menghasilkan total lembur 24 jam. Biaya lembur untuk seluruh tenaga kerja adalah Rp 1.414.285,71. Biaya normal pekerjaan ini sebesar Rp 7.364.993,46, sehingga total crash cost maksimal menjadi:

$$\text{Rp } 7.364.993,46 + \text{Rp } 1.414.285,71 = \text{Rp } 8.779.279,17$$

Sementara itu, untuk durasi crashing minimal selama 1 hari (3 jam lembur), total biaya lembur hanya Rp 176.785,71. Dengan biaya normal yang sama, total crash cost minimal adalah:

$$\text{Rp } 7.364.993,46 + \text{Rp } 176.785,71 = \text{Rp } 7.541.779,17$$

Hasil ini menunjukkan bahwa setiap alternatif percepatan berdampak langsung terhadap peningkatan biaya, sebanding dengan jumlah hari dan jam lembur yang diterapkan.

Percepatan pekerjaan melalui penambahan jam kerja (lembur) menyebabkan peningkatan biaya langsung (crash cost) dibandingkan dengan kondisi normal. Pada durasi crashing maksimal selama 8 hari, total biaya percepatan mencapai Rp 8.779.279,17, sedangkan pada crashing minimal selama 1 hari, biaya percepatan tercatat sebesar Rp 7.541.779,17. Selisih biaya tersebut menunjukkan bahwa semakin besar upaya percepatan, semakin tinggi tambahan biaya lembur yang dibutuhkan. Oleh karena itu, penentuan strategi percepatan harus mempertimbangkan keseimbangan antara penghematan waktu dan efisiensi biaya agar tetap optimal secara teknis dan ekonomis.

### 3.3. Cost Slope

Cost slope merupakan pertambahan biaya langsung untuk mempercepat suatu aktivitas per satuan waktu. Pertambahan biaya tersebut berbanding lurus dengan nilai crash cost. Semakin besar crash cost-nya maka semakin besar nilai cost slope-nya dan sebaliknya. Durasi yang direncanakan juga mempengaruhi besarnya nilai biaya percepatan ini. Berikut perhitungan cost slope untuk pekerjaan Pembuatan Balok Latte 10/15 dengan durasi crashing maksimal:

$$\text{Cost Slope/hari} = \text{Rp } 565.714,29$$

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope dengan crashing 8 hari} &= (\text{Rp } 565.714,29 \times 8) \\ &= \text{Rp } 4.525.714,32 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan cost slope untuk pekerjaan Pembuatan Balok Latte 10/15 dengan durasi crashing minimal:

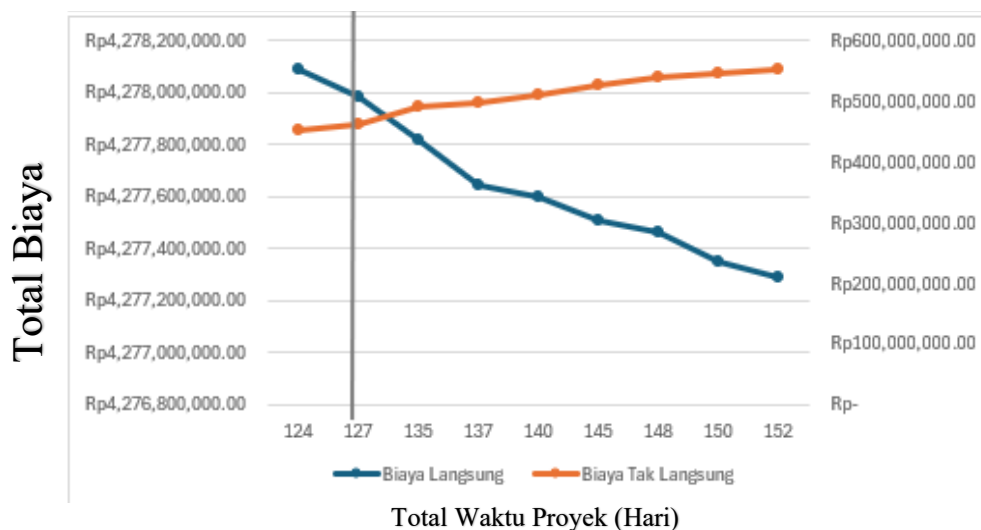
$$\text{Cost Slope/hari} = \text{Rp } 6.547,62$$

$$\begin{aligned} \text{Cost Slope dengan crashing 1 hari} &= (\text{Rp } 6.547,62 \times 1) \\ &= \text{Rp } 6.547,62 \end{aligned}$$

Setelah diketahui cost slope (penambahan biaya akibat percepatan) per hari maka langkah selanjutnya adalah menghitung cost slope dengan durasi crashing yang ada. Berdasarkan perhitungan untuk pekerjaan Pembuatan Balok Latte 10/15, untuk durasi crashing 8 hari didapatkan cost slope sebesar Rp 4.525.714,32, kemudian untuk durasi crashing 1 hari didapatkan cost slope sebesar Rp 6.547,62.

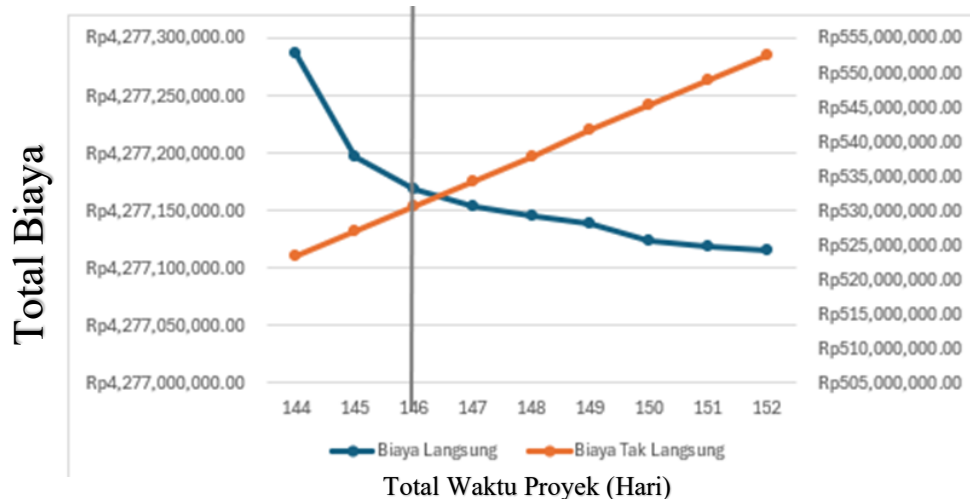
### 3.4. Time Cost Trade Off Analysis

Analisis *Time Cost Trade Off* (TCTO) dilakukan untuk menentukan kombinasi optimal antara durasi proyek dan total biaya dengan melakukan percepatan (*crashing*) pada aktivitas-aktivitas lintasan kritis. Langkah awal dilakukan dengan menghitung *cost slope* setiap aktivitas untuk mengidentifikasi efisiensi biaya percepatan. Aktivitas dengan *cost slope* terendah diprioritaskan dalam proses kompresi karena menawarkan tambahan biaya minimal untuk setiap hari percepatan. Dua pendekatan TCTO diterapkan dalam studi ini, yaitu *crashing maksimal* dan *crashing minimal*.



Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu dan Biaya Dipersingkat Pada TCTO Maksimal

Pada pendekatan maksimal, proyek berhasil dipercepat dari 153 hari menjadi 131 hari. Total biaya pada durasi ini adalah Rp 4.740.724.868, menunjukkan penghematan sebesar Rp 92.408.054 dibanding kondisi normal. Efisiensi biaya ini terutama berasal dari penurunan biaya tidak langsung akibat pemangkasan durasi proyek, meskipun terdapat sedikit peningkatan biaya langsung akibat lembur.



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu dan Biaya Dipersingkat Pada TCTO Minimal

Sementara itu, pada pendekatan *crashing minimal*, percepatan dilakukan secara bertahap dan konservatif, menghasilkan durasi optimal 146 hari dengan total biaya terendah sebesar Rp 4.807.752.838. Penghematan sebesar Rp 25.380.084 dicapai dengan tetap menjaga efisiensi biaya langsung dan menekan biaya tidak langsung secara progresif. Hasil analisis menunjukkan bahwa penurunan durasi proyek secara terencana mampu menghasilkan efisiensi anggaran. Grafik hubungan antara waktu dan biaya menunjukkan bahwa meskipun biaya langsung meningkat selama percepatan, tren penurunan biaya tidak langsung secara keseluruhan memberikan efek penghematan total. Titik efisiensi optimal tercapai pada durasi 131 hari untuk *crashing maksimal*, dan 146 hari untuk *crashing minimal*, masing-masing mencerminkan dua strategi pengendalian waktu yang efektif sesuai kebutuhan proyek.

Berdasarkan hasil analisis TCTO maksimal dan minimal, diperoleh bahwa kombinasi waktu dan biaya paling optimal tercapai pada pendekatan *crashing maksimal*, yaitu dengan durasi proyek 131 hari dan total biaya sebesar Rp 4.740.724.868,37. Dibandingkan dengan durasi normal selama 153 hari, terjadi percepatan sebesar 22 hari dan penghematan biaya sebesar Rp 92.408.054 dari total biaya kondisi normal (Rp 4.833.132.922,27). Efisiensi ini terutama berasal dari penurunan biaya tidak langsung akibat pemangkasan waktu proyek. Selain keuntungan biaya, percepatan ini juga memberikan ruang waktu yang lebih fleksibel untuk penyelesaian administrasi seperti *Provisional Hand Over* (PHO). Dengan waktu PHO standar 22 hari, proyek dapat diselesaikan lebih awal, memberikan cadangan waktu yang cukup bagi tahapan administratif. Oleh karena itu, durasi 131 hari dengan pendekatan *crashing maksimal* dapat disimpulkan sebagai skenario paling efisien secara teknis dan ekonomis dalam proyek ini.

### 3.5. Hitungan Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek

Efisiensi proyek dihitung dengan membandingkan durasi dan total biaya antara kondisi normal dan kondisi setelah percepatan melalui penambahan jam kerja (lembur) secara optimum. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa durasi proyek berkurang dari 153 hari menjadi 131 hari, sementara total biaya menurun dari Rp 4.833.132.922,27 menjadi Rp 4.740.724.868,37. Efisiensi waktu yang dicapai sebesar 14,38%, setara dengan pengurangan durasi selama 22 hari. Sementara itu, efisiensi biaya mencapai 1,91%, atau penghematan sebesar Rp 92.408.054. Hasil ini menegaskan bahwa strategi percepatan dengan lembur optimal terbukti efektif dalam meningkatkan efisiensi waktu sekaligus memberikan penghematan anggaran proyek secara keseluruhan.

### 3.6. Analisis Network Diagram

Penyusunan *network diagram* dalam proyek pembangunan Gedung Food Court memiliki peran penting dalam mengelola kompleksitas item pekerjaan yang saling bergantung. Dengan menggunakan pendekatan *Precedence Diagram Method* (PDM), perencanaan proyek dilakukan secara sistematis untuk memetakan hubungan antar aktivitas, menghitung *total float*, dan mengidentifikasi lintasan kritis (*critical path*). Implementasi

PDM dilakukan menggunakan perangkat lunak Microsoft Project 2016, yang berfungsi tidak hanya untuk menyusun diagram preseden, tetapi juga untuk menghitung durasi percepatan (*crash duration*), biaya percepatan (*crash cost*), dan *cost slope* sebagai dasar dalam analisis *Time Cost Trade Off* (TCTO). Hasil penyusunan menunjukkan bahwa durasi proyek dapat dikurangi dari 153 hari menjadi 131 hari melalui strategi percepatan berbasis aktivitas kritis, dengan efisiensi waktu sebesar 14,38% dan efisiensi biaya sebesar 1,91%.

Tidak seperti kurva-S yang bersifat deskriptif kumulatif, network diagram memberikan kemampuan analitis dalam mengidentifikasi aktivitas kritis yang tidak memiliki kelonggaran waktu ( $\text{total float} = 0$ ) dan aktivitas non-kritis yang masih dapat dijadwalkan ulang. Dengan demikian, sumber daya dapat dialokasikan secara lebih tepat untuk mencegah keterlambatan lanjutan pada jalur kritis. Pendekatan ini membuktikan bahwa pemanfaatan network diagram berbasis PDM mampu meningkatkan akurasi perencanaan dan pengawasan proyek, serta mendukung pengambilan keputusan strategis terkait percepatan proyek dan efisiensi anggaran secara menyeluruh.

### 3.7. Analisis Percepatan Proyek

Analisis percepatan proyek dilakukan sebagai respons terhadap deviasi pelaksanaan yang teridentifikasi berdasarkan kurva-S, khususnya pada minggu ke-18 hingga minggu ke-24, dengan akumulasi keterlambatan mencapai 40,80%. Untuk menanggulangi keterlambatan ini, diterapkan metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) dengan pendekatan *Precedence Diagram Method* (PDM), yang disusun menggunakan perangkat lunak Microsoft Project 2016. Identifikasi aktivitas kritis dilakukan untuk menentukan pekerjaan yang memiliki potensi percepatan melalui teknik *crashing*. Strategi yang digunakan dalam penelitian ini adalah penambahan jam kerja lembur sebanyak 3 jam per hari sejak awal pelaksanaan proyek, tanpa penambahan tenaga kerja atau alat berat tambahan. Pendekatan ini dipilih karena dinilai lebih efisien secara biaya dengan memanfaatkan sumber daya yang telah tersedia di lapangan.

Hasil simulasi menunjukkan bahwa strategi percepatan ini mampu mengurangi durasi proyek dari kondisi normal selama 153 hari menjadi 144 hari pada skenario *crashing* minimal, dan menjadi 131 hari pada skenario *crashing* maksimal. Selain pengurangan durasi, pendekatan *crashing* maksimal juga memberikan efisiensi biaya dengan total anggaran proyek sebesar Rp 4.740.724.868, yang berarti terdapat penghematan sebesar Rp 92.408.054 dibandingkan dengan kondisi normal (Rp 4.833.132.922). Lebih lanjut, percepatan ini juga memberikan kelonggaran waktu untuk menyelesaikan tahapan administratif seperti *Provisional Hand Over* (PHO). Namun, perlu dicatat bahwa strategi percepatan yang dianalisis terbatas pada satu skenario lembur, sehingga alternatif strategi percepatan lain seperti penambahan 1–2 jam kerja atau peningkatan kapasitas sumber daya belum dievaluasi lebih lanjut. Hal ini menjadi catatan penting untuk pengembangan penelitian lanjutan yang lebih komprehensif.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dengan pendekatan *Time Cost Trade Off* dan metode *Precedence Diagram Method* (PDM), durasi optimal penyelesaian proyek pembangunan Gedung Food Court di Lapangan Eks Batalyon Cilacap berhasil ditetapkan dari kondisi awal 153 hari menjadi 131 hari. Percepatan ini dilakukan dengan menerapkan strategi lembur 3 jam per hari pada aktivitas-aktivitas yang berada di jalur kritis, sehingga menghasilkan efisiensi waktu sebesar 14,38% atau penghematan waktu selama 22 hari. Percepatan ini juga memungkinkan penyelesaian proyek lebih awal dari batas administratif *Provisional Hand Over* (PHO) sebesar 22 hari, memberi ruang aman untuk penyelesaian dokumen dan serah terima proyek.

Metode PDM secara efektif mengidentifikasi jalur kritis serta menghitung total float dari setiap aktivitas. Hasil analisis menunjukkan bahwa strategi *crashing* memberikan pengaruh langsung terhadap efisiensi waktu dan biaya. Pada kondisi normal, total biaya proyek sebesar Rp 4.833.132.922,27. Setelah dilakukan *crashing* maksimal, biaya turun menjadi Rp 4.740.724.868,37, menghasilkan efisiensi biaya sebesar 1,91% atau penghematan Rp 92.408.054, yang berasal terutama dari penurunan biaya tidak langsung akibat pemangkasan durasi proyek.

Perbandingan tiga skenario menunjukkan bahwa: (1) kondisi normal menyelesaikan proyek dalam 153 hari dengan biaya Rp 4.833.132.922,27, (2) *crashing* minimal menyelesaikan proyek dalam 144 hari dengan biaya Rp 4.808.602.405,55 (efisiensi waktu 5,88%, biaya 0,51%), dan (3) *crashing* maksimal menyelesaikan proyek dalam 131 hari dengan biaya Rp 4.740.724.868,37 (efisiensi waktu 14,38%, biaya 1,91%). Dengan demikian, strategi *crashing* maksimal menjadi alternatif paling efisien dalam hal penghematan waktu dan biaya pelaksanaan proyek.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Khaidir, I. (2013). Analisis faktor-faktor penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek konstruksi. *Jurnal Rekayasa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Bung Hatta*, 1(1), 1–10.
- [2] Sofia, D. A., & Putri, A. A. E. (2021). Analisis Perbandingan Penambahan Jam Kerja dan Tenaga Kerja terhadap Waktu dan Biaya Proyek dengan Metode *Time Cost Trade Off*. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 12, pp. 846-854).

- 
- [3] Vebiola, N. E., & Waskito, J. P. H. (2020). Analisis Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Basement Kawasan Balai Pemuda). *axial: jurnal rekayasa dan manajemen konstruksi*, 8(2), 113-120.
  - [4] Rudianto, A. T. A., Munasih, M., & Winanda, L. A. R. (2020). Analisa Percepatan Waktu Pelaksanaan Proyek Dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO). *Student Journal GELAGAR*, 2(2), 217-223.
  - [5] Saroni, T. B. (2022). Analisis Pertukaran Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off (Tcto) Pada Proyek Pembangunan Kantor Kelurahan Sidodadi Kota Samarinda. *Kurva Mahasiswa*, 12(2), 108-127.
  - [6] Salasa, B. S., Sari, D. P., Sudiby, A., Nur, A. R., & Dosen, J. T. S. (2023). Optimasi Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Proyek Jalan Dengan Metode Crash Program (Studi Kasus: Pemeliharaan Jalan Kecamatan Tenggarong Seberang Dan Tenggarong). *Rekayasa Sipil*, 17(1), 47-53.
  - [7] Angelia, C., Mulyatno, I. P., & Chrismianto, D. (2021). Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Akibat Keterlambatan Bagian Mesin Pada Proyek Pembangunan Mooring Boat Milik PT. Pertamina Trans Kontinental. *Jurnal Teknik Perkapalan*, 9(3).
  - [8] Maharani, D. P., Setyawan, A., & Setiono, S. (2024). Time and Cost Optimization Analysis of Reservoir Building Work in Wosusokas Regional SPAM Project using Time Cost Trade Off Method. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(4), 12-12.
  - [9] Pratiwi, R., Devi, S. M., Marini, A., & Sari, H. M. (2022). Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) Pada Proyek Penambahan Bangunan Pasar Rakyat. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Transukma*, 4(2), 93-105.

