

Optimasi Pekerjaan Konstruksi Dengan Metode TCTO Dan Overtime Pada Proyek Bangunan Gedung Rapat

Dwi Sania Alifah¹, Wachid Hasyim^{*2}, Mahdika Nanda P³,

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Wiralodra, Indramayu

Corresponding aouthor: wachidhasyim@unwir.ac.id

Article Info

Article history:

Receive; 10, Juli, 2026

Revised; 18, Juli, 2026

Accepted; 25, Juli, 2026

Keywords:

Critical Path Method,
Overtime, Percepatan proyek,
Time Cost Trade Off, Proyek
Konstruksi

ABSTRACT

Keterlambatan proyek konstruksi dapat meningkatkan biaya pelaksanaan dan mengganggu pencapaian target waktu sehingga diperlukan strategi percepatan yang efektif. Penelitian ini bertujuan menganalisis jalur kritis proyek, mengevaluasi pengaruh metode Time Cost Trade Off (TCTO) dan Overtime terhadap perubahan waktu dan biaya, serta menentukan metode percepatan yang paling efektif. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan data berupa time schedule, Rencana Anggaran Biaya (RAB), laporan kemajuan pekerjaan, serta data harga satuan upah dan material pada proyek pembangunan gedung rapat di Kabupaten Indramayu. Analisis dilakukan menggunakan Critical Path Method (CPM), metode TCTO, dan metode Overtime. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat sembilan aktivitas pada lintasan kritis dengan nilai slack nol. Metode TCTO mampu mempercepat durasi proyek menjadi 24 hari, sedangkan metode Overtime menghasilkan percepatan dengan tambahan biaya yang relatif lebih rendah. Secara keseluruhan, TCTO lebih efektif dalam memaksimalkan percepatan waktu, sedangkan Overtime lebih efisien dari aspek biaya, sehingga pemilihan metode perlu disesuaikan dengan prioritas waktu dan anggaran proyek.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author: wachidhasyim@unwir.ac.id

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi pada dasarnya memiliki keterikatan yang kuat terhadap aspek waktu, biaya, dan mutu. Keterlambatan penyelesaian pekerjaan sering menjadi permasalahan yang menyebabkan peningkatan biaya proyek, penurunan produktivitas, serta terganggunya target penyelesaian yang telah ditetapkan. Kondisi tersebut menuntut adanya strategi pengendalian yang mampu menghasilkan keseimbangan antara durasi pelaksanaan dan biaya yang dikeluarkan. Salah satu pendekatan yang banyak digunakan dalam manajemen proyek adalah metode *Time Cost Trade Off* (TCTO), yaitu metode yang menganalisis hubungan antara percepatan waktu pelaksanaan dengan konsekuensi perubahan biaya proyek. Selain itu, penerapan kerja lembur (*Overtime*) merupakan alternatif percepatan yang relatif mudah diterapkan karena tidak memerlukan perubahan metode pelaksanaan maupun penambahan sumber daya utama.

Berbagai penelitian terdahulu telah mengkaji penerapan metode TCTO pada proyek konstruksi. [1] menunjukkan bahwa pada proyek Gedung Convention Hall Kabupaten Deli Serdang, alternatif penambahan tenaga kerja lebih efektif dibandingkan lembur dengan durasi proyek sebesar 232 hari dan biaya Rp6,34 miliar. [1]. [2] menemukan bahwa penerapan sistem dua shift pada proyek Jalan Gorda-Bandung menghasilkan durasi optimal 105 hari dengan tambahan biaya yang relatif kecil dibandingkan kondisi normal. [2]. [3] memperoleh durasi optimum 291 hari melalui penambahan jam lembur pada proyek konstruksi yang ditelitinya. [3]. [4] menunjukkan bahwa penambahan empat jam kerja menghasilkan durasi optimal 91 hari pada proyek Klinik

Utama Mata JEC Java Pasuruan [4]. Temuan-temuan tersebut memperlihatkan bahwa metode TCTO dan strategi percepatan melalui lembur memiliki kemampuan untuk meningkatkan efisiensi waktu proyek, meskipun hasil optimal yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing proyek.

Meskipun penelitian mengenai optimasi waktu dan biaya dengan metode TCTO telah banyak dilakukan, sebagian besar penelitian terdahulu berfokus pada proyek jalan, gedung sekolah, rumah tinggal, maupun perbandingan antara penambahan tenaga kerja dan sistem shift. Penelitian yang secara khusus mengevaluasi percepatan pada proyek pembangunan gedung rapat dengan menitikberatkan pada alternatif penambahan jam kerja lembur masih relatif terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki kebaruan (*novelty*) berupa penerapan metode *Time Cost Trade Off* pada proyek pembangunan gedung rapat di Kabupaten Indramayu dengan fokus pada analisis percepatan menggunakan metode *Overtime*. Pendekatan tersebut diharapkan mampu memberikan gambaran mengenai keseimbangan antara pengurangan durasi proyek dan peningkatan biaya langsung akibat percepatan.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini dirumuskan untuk menjawab bagaimana jalur kritis proyek pembangunan gedung rapat dapat diidentifikasi, bagaimana pengaruh penerapan metode *Time Cost Trade Off* dan *Overtime* terhadap perubahan durasi serta biaya proyek, dan alternatif percepatan mana yang memberikan hasil paling optimal. Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah menganalisis jalur kritis proyek, mengevaluasi perubahan waktu dan biaya akibat percepatan menggunakan metode TCTO dan *Overtime*, serta menentukan alternatif percepatan yang paling efektif dan efisien berdasarkan keseimbangan antara waktu penyelesaian dan biaya yang dikeluarkan.

Penelitian ini diharapkan memberikan manfaat secara praktis maupun akademis. Secara praktis, hasil penelitian dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan bagi kontraktor dan pengelola proyek dalam menentukan strategi percepatan yang sesuai untuk mengendalikan keterlambatan pelaksanaan. Secara akademis, penelitian ini dapat memperkaya kajian mengenai penerapan metode *Time Cost Trade Off* pada proyek gedung serta menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya. Mengingat keterlambatan proyek konstruksi masih menjadi permasalahan yang sering terjadi dan berdampak langsung terhadap efisiensi biaya serta keberhasilan pelaksanaan proyek, maka kajian mengenai optimasi waktu dan biaya melalui metode TCTO dan *Overtime* memiliki urgensi yang tinggi untuk mendukung pengambilan keputusan yang lebih rasional dan berbasis data.

2. METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitis dengan pendekatan kuantitatif. Penelitian deskriptif analitis bertujuan untuk menggambarkan kondisi aktual pelaksanaan proyek sekaligus menganalisis hubungan antara waktu dan biaya akibat penerapan alternatif percepatan. Objek penelitian adalah proyek pembangunan gedung rapat di Kabupaten Indramayu yang mengalami keterlambatan pelaksanaan dibandingkan dengan jadwal rencana. Data yang digunakan berupa data primer dan data sekunder yang meliputi Rencana Anggaran Biaya (RAB), *time schedule*, laporan kemajuan pekerjaan, serta data harga satuan upah dan bahan. Analisis dilakukan untuk memperoleh alternatif percepatan yang mampu menghasilkan kombinasi waktu dan biaya yang paling optimal.

Landasan teori yang digunakan dalam penelitian ini meliputi *Critical Path Method* (CPM), *Time Cost Trade Off* (TCTO), dan metode *Overtime*. *Critical Path Method* (CPM) merupakan metode penjadwalan yang digunakan untuk menentukan lintasan kritis proyek, yaitu rangkaian aktivitas yang memiliki total float sama dengan nol sehingga keterlambatan pada aktivitas tersebut akan menyebabkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan. Menurut [5], perhitungan CPM dilakukan melalui analisis waktu paling awal (*Early Start* dan *Early Finish*) serta waktu paling akhir (*Late Start* dan *Late Finish*). [6], [7]. Total float dapat dihitung menggunakan Persamaan (1).

$$TF = LS - ES = LF - EF \quad (1)$$

Dengan TF adalah total float, LS merupakan Late Start, ES adalah Early Start, LF merupakan Late Finish, dan EF adalah Early Finish. Aktivitas dengan nilai total float sama dengan nol merupakan aktivitas yang berada pada lintasan kritis.

Metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) digunakan untuk menganalisis hubungan antara percepatan waktu pelaksanaan dengan perubahan biaya proyek. Menurut [8], konsep TCTO didasarkan pada adanya pertukaran (*trade off*) antara pengurangan durasi proyek dan peningkatan biaya langsung akibat percepatan pekerjaan. [8]. Parameter utama yang digunakan dalam metode ini adalah *cost slope*, yaitu besarnya tambahan biaya yang diperlukan untuk mempercepat satu satuan waktu pekerjaan. *Cost slope* dihitung menggunakan Persamaan (2).

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash Cost} - \text{Normal Cost}}{\text{Normal Duration} - \text{Crash Duration}} \quad (2)$$

Dengan *Crash Cost* adalah biaya pada kondisi percepatan, *Normal Cost* adalah biaya pada kondisi normal, *Normal Duration* merupakan durasi normal pekerjaan, dan *Crash Duration* adalah durasi setelah dilakukan percepatan. Nilai *cost slope* yang lebih kecil menunjukkan alternatif percepatan yang lebih ekonomis sehingga diprioritaskan dalam proses *Crashing*.

Metode *Overtime* digunakan sebagai salah satu alternatif percepatan dengan cara menambah jam kerja pada aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Penambahan jam kerja akan meningkatkan produktivitas harian, namun di sisi lain menyebabkan kenaikan biaya tenaga kerja akibat adanya upah lembur. Produktivitas percepatan dapat dihitung dengan Persamaan (3). [8].

$$\text{Produktivitas Per Hari} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Durasi Pekerjaan}} \quad (3)$$

Sedangkan produktivitas setelah percepatan dihitung menggunakan Persamaan (4).

$$\text{Produktivitas crash} = \left(\text{Jam kerja} \times \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Jam}} \right) + (\text{Jam Lembur} \times \text{Koefisien Produktivitas}) \quad (4)$$

Selanjutnya, durasi percepatan pekerjaan dapat diperoleh melalui Persamaan (5).

$$\text{Durasi Crash} = \text{Volume Pekerjaan} / \text{Produktivitas Crash} \quad (5)$$

Metode *Overtime* memungkinkan pengurangan durasi proyek tanpa penambahan tenaga kerja, sehingga lebih mudah diterapkan pada proyek yang memiliki keterbatasan sumber daya. Teknik analisis data dilakukan secara bertahap. Tahap pertama adalah identifikasi aktivitas proyek dan penyusunan jaringan kerja menggunakan *Critical Path Method* untuk menentukan lintasan kritis. Tahap kedua adalah menghitung durasi normal dan biaya normal setiap aktivitas kritis. Tahap ketiga dilakukan analisis percepatan dengan metode *Overtime* untuk memperoleh durasi percepatan (*crash duration*) dan biaya percepatan (*crash cost*). Tahap berikutnya adalah menghitung *cost slope* masing-masing aktivitas kritis dan melakukan proses *Crashing* berdasarkan urutan *cost slope* terkecil sampai diperoleh kombinasi waktu dan biaya yang paling optimum. Selanjutnya dilakukan perbandingan antara kondisi normal dan kondisi percepatan untuk mengetahui pengaruh percepatan terhadap total durasi dan biaya proyek.

Tahapan penelitian dimulai dari pengumpulan data proyek berupa Rencana Anggaran Biaya (RAB), *time schedule*, laporan kemajuan pekerjaan, dan data harga satuan upah. Data tersebut kemudian dianalisis menggunakan metode *Critical Path Method* untuk memperoleh lintasan kritis proyek. Setelah aktivitas kritis diketahui, dilakukan analisis *Time Cost Trade Off* dan *Overtime* untuk memperoleh alternatif percepatan yang memungkinkan. Hasil analisis berupa perubahan durasi dan biaya proyek selanjutnya dievaluasi untuk menentukan alternatif yang paling efektif dan efisien. Tahap akhir penelitian adalah penyusunan kesimpulan dan rekomendasi yang dapat digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan dalam pengendalian waktu dan biaya pada proyek konstruksi.

Berdasarkan tahapan penelitian yang telah dijelaskan, alur penelitian dapat digambarkan dalam bentuk diagram alir sebagai berikut.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Jalur Kritis Proyek

Tahap awal penelitian dilakukan dengan menganalisis jadwal pelaksanaan proyek menggunakan *Critical Path Method* (CPM) melalui perangkat lunak Microsoft Project. Analisis ini bertujuan untuk mengidentifikasi aktivitas-aktivitas yang secara langsung menentukan durasi penyelesaian proyek sehingga dapat dijadikan dasar dalam penyusunan alternatif percepatan. Pada metode CPM, aktivitas yang berada pada lintasan kritis memiliki nilai slack sama dengan nol, sehingga setiap keterlambatan pada aktivitas tersebut akan mengakibatkan keterlambatan penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa pekerjaan pemasangan kusen dan pintu membentuk satu lintasan kritis dengan durasi penyelesaian proyek selama 33 hari kerja. Seluruh aktivitas pada lintasan tersebut memiliki nilai *slack* sebesar 0 hari, yang menunjukkan bahwa tidak terdapat kelonggaran waktu pada setiap pekerjaan. Dengan demikian, seluruh upaya optimasi waktu dalam penelitian ini difokuskan pada aktivitas-aktivitas tersebut agar mampu memberikan pengaruh langsung terhadap durasi total proyek.

Tabel 1. Aktivitas pada Jalur Kritis Proyek

Kode	Aktivitas	Durasi (Hari)	Slack (Hari)	Status
A1	Pemasangan kaca polos Type P.2	3	0	Kritis
A2	Pemasangan kunci pintu <i>sliding door</i>	3	0	Kritis
A3	Pemasangan rel pintu Type P.2	3	0	Kritis
B1	Pemasangan kaca polos Type P.3	3	0	Kritis
B2	Pemasangan kunci pintu <i>double selag</i>	3	0	Kritis
B3	Pemasangan rel pintu Type P.3	3	0	Kritis
B4	Pemasangan pintu kamar mandi PVC	5	0	Kritis
C1	Pemasangan <i>frame</i> kusen Type P.5	3	0	Kritis
C2	Pemasangan daun pintu, kaca, engsel, <i>handle</i> , dan kunci	7	0	Kritis

Sumber: Hasil analisis Microsoft Project, diolah dari data penelitian

Berdasarkan Tabel 1, aktivitas kritis didominasi oleh pekerjaan pemasangan kusen dan pintu yang memiliki hubungan ketergantungan secara berurutan. Tidak adanya nilai *slack* menunjukkan bahwa seluruh aktivitas harus diselesaikan sesuai jadwal agar target penyelesaian proyek tetap tercapai. Oleh karena itu, percepatan proyek hanya dilakukan pada aktivitas-aktivitas tersebut karena percepatan pada aktivitas nonkritis tidak akan memengaruhi durasi total proyek.

Temuan ini sejalan dengan konsep *Critical Path Method*, yang menyatakan bahwa lintasan kritis merupakan rangkaian aktivitas dengan durasi terpanjang dan menjadi penentu waktu penyelesaian proyek.

Dengan demikian, identifikasi lintasan kritis menjadi dasar dalam menentukan strategi percepatan menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* maupun *Overtime*, sehingga alternatif yang dipilih benar-benar memberikan dampak terhadap pengurangan durasi proyek.

Secara keseluruhan, hasil analisis jalur kritis menunjukkan bahwa pekerjaan kusen dan pintu merupakan aktivitas yang paling menentukan keberhasilan penyelesaian proyek. Oleh karena itu, seluruh analisis percepatan pada penelitian ini difokuskan pada aktivitas tersebut untuk memperoleh kombinasi waktu dan biaya yang paling optimal.

B. Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* dan *Overtime*

Setelah aktivitas pada lintasan kritis berhasil diidentifikasi, dilakukan analisis percepatan proyek menggunakan dua alternatif, yaitu metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* melalui penggantian material kusen aluminium menjadi material *Fortress* dan metode *Overtime* melalui penambahan jam kerja selama dua jam per hari. Kedua metode diterapkan pada seluruh aktivitas kritis untuk mengevaluasi perubahan durasi pelaksanaan, tambahan biaya percepatan, serta tingkat efisiensi yang dihasilkan.

Pada metode TCTO, percepatan diperoleh melalui penggunaan material yang memiliki proses fabrikasi dan pemasangan lebih sederhana dibandingkan material konvensional. Penggantian material tersebut mampu mengurangi durasi pelaksanaan pada seluruh aktivitas kritis, namun diikuti oleh peningkatan biaya langsung akibat harga material yang lebih tinggi. Efisiensi percepatan dievaluasi menggunakan parameter *cost slope*, yaitu besarnya tambahan biaya yang diperlukan untuk memperoleh pengurangan durasi satu hari.

Sementara itu, metode *Overtime* meningkatkan produktivitas tenaga kerja melalui penambahan jam kerja tanpa mengubah jumlah pekerja. Penambahan waktu kerja menghasilkan pengurangan durasi pada seluruh aktivitas kritis, tetapi juga meningkatkan biaya tenaga kerja berupa upah lembur. Oleh karena itu, efektivitas metode ini juga dianalisis menggunakan nilai *cost slope* sehingga dapat dibandingkan secara langsung dengan metode TCTO.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Percepatan Menggunakan Metode TCTO dan *Overtime*

Parameter	TCTO	<i>Overtime</i>
Objek percepatan	Penggantian material	Penambahan jam kerja
Aktivitas yang dipercepat	9 aktivitas kritis	9 aktivitas kritis
Pengurangan durasi	1–6 hari	1–6 hari
Konsekuensi biaya	Peningkatan biaya material	Peningkatan upah lembur
Dasar evaluasi	<i>Cost Slope</i>	<i>Cost Slope</i>

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian.

Analisis menunjukkan bahwa kedua metode mampu mengurangi durasi penyelesaian pekerjaan pada seluruh aktivitas yang berada pada lintasan kritis. Akan tetapi, karakteristik percepatan yang dihasilkan berbeda. Metode TCTO memberikan pengurangan durasi yang lebih konsisten karena penggunaan material *Fortress* mampu mempercepat proses pemasangan melalui penyederhanaan tahapan pekerjaan di lapangan. Sebaliknya, metode *Overtime* menghasilkan percepatan yang dipengaruhi oleh produktivitas tenaga kerja, sehingga peningkatan kinerja tidak selalu berbanding lurus dengan penambahan jam kerja.

Perbedaan tersebut juga terlihat dari nilai *cost slope*. Pada metode TCTO, sebagian besar aktivitas memiliki *cost slope* yang relatif tinggi karena dipengaruhi oleh biaya pengadaan material pengganti. Sebaliknya, metode *Overtime* menghasilkan *cost slope* yang lebih rendah pada sebagian besar aktivitas karena tambahan biaya hanya berasal dari pembayaran upah lembur. Kondisi ini menunjukkan bahwa metode lembur lebih ekonomis untuk aktivitas dengan kebutuhan percepatan yang tidak terlalu besar, sedangkan metode TCTO lebih sesuai apabila proyek memiliki target penyelesaian yang sangat ketat.

Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa kedua metode sama-sama efektif dalam mempercepat penyelesaian proyek, namun menghasilkan tingkat efisiensi yang berbeda. Oleh karena itu, pemilihan metode percepatan tidak dapat dilakukan hanya berdasarkan besarnya pengurangan durasi, tetapi juga harus mempertimbangkan konsekuensi biaya yang ditimbulkan agar diperoleh kombinasi waktu dan biaya yang optimal.

C. Perbandingan Efektivitas Metode TCTO dan Overtime

Perbandingan antara metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* dan *Overtime* dilakukan untuk menentukan alternatif percepatan yang paling efektif berdasarkan aspek waktu dan biaya. Kedua metode diterapkan pada aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis sehingga setiap perubahan durasi memberikan pengaruh langsung terhadap waktu penyelesaian proyek. Evaluasi dilakukan menggunakan parameter pengurangan durasi, tambahan biaya percepatan, dan nilai *cost slope* sebagai indikator efisiensi biaya terhadap waktu percepatan.

Tabel 2. Perbandingan Hasil Analisis Metode TCTO dan Overtime

Aspek Analisis	<i>Time Cost Trade Off (TCTO)</i>	<i>Overtime</i>
Strategi percepatan	Penggantian material menjadi <i>Fortress</i>	Penambahan jam kerja 2 jam/hari
Aktivitas yang dipercepat	Seluruh aktivitas kritis	Seluruh aktivitas kritis
Pengurangan durasi	Lebih konsisten pada seluruh aktivitas	Bergantung pada produktivitas tenaga kerja
Tambahan biaya	Biaya material	Upah lembur
Nilai <i>cost slope</i>	Relatif lebih tinggi	Relatif lebih rendah
Karakteristik	Berorientasi pada percepatan maksimum	Berorientasi pada efisiensi biaya

Sumber: Hasil pengolahan data penelitian.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kedua metode mampu mempercepat penyelesaian pekerjaan pada lintasan kritis, namun memiliki karakteristik yang berbeda. Metode TCTO menghasilkan percepatan yang lebih besar karena penggunaan material *Fortress* mampu menyederhanakan proses fabrikasi dan pemasangan sehingga waktu pelaksanaan menjadi lebih singkat. Di sisi lain, peningkatan kecepatan tersebut diikuti oleh kenaikan biaya langsung akibat penggunaan material dengan harga yang lebih tinggi dibandingkan material konvensional.

Sebaliknya, metode *Overtime* menghasilkan percepatan melalui peningkatan produktivitas tenaga kerja tanpa mengubah metode pelaksanaan pekerjaan. Meskipun tambahan jam kerja mampu mengurangi durasi proyek, peningkatan produktivitas tidak berlangsung secara linier karena dipengaruhi oleh faktor kelelahan pekerja (*fatigue effect*). Oleh sebab itu, pengurangan durasi yang dihasilkan relatif lebih kecil dibandingkan metode TCTO. Namun demikian, tambahan biaya yang muncul berasal dari pembayaran upah lembur dan biaya tidak langsung akibat dari penyelesaian pekerjaan.

Apabila ditinjau dari aspek efisiensi biaya, metode *Overtime* memberikan nilai *cost slope* yang lebih rendah pada sebagian besar aktivitas, sehingga lebih ekonomis untuk diterapkan pada proyek yang memiliki keterbatasan anggaran. Sebaliknya, apabila prioritas utama proyek adalah memenuhi target penyelesaian dalam waktu sesingkat mungkin, maka metode TCTO menjadi alternatif yang lebih efektif karena mampu menghasilkan percepatan yang lebih besar walaupun memerlukan tambahan biaya yang lebih tinggi.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan metode percepatan tidak dapat didasarkan hanya pada besarnya pengurangan durasi ataupun biaya tambahan secara terpisah. Keputusan yang optimal harus mempertimbangkan keseimbangan antara kedua aspek tersebut sesuai dengan sasaran proyek. Pada proyek yang berorientasi pada penyelesaian tepat waktu (*time-driven project*), metode TCTO lebih direkomendasikan. Sebaliknya, pada proyek dengan keterbatasan anggaran, metode *Overtime* lebih layak dipilih karena memberikan efisiensi biaya yang lebih baik.

Hasil penelitian ini juga memperkuat konsep *Time Cost Trade Off*, yang menyatakan bahwa percepatan proyek selalu melibatkan hubungan timbal balik antara waktu dan biaya. Setiap upaya mempercepat durasi akan meningkatkan biaya langsung, namun di sisi lain berpotensi menurunkan biaya tidak langsung akibat berkurangnya waktu pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, keberhasilan optimasi proyek tidak hanya ditentukan oleh kemampuan mempercepat penyelesaian pekerjaan, tetapi juga oleh kemampuan memilih strategi percepatan yang memberikan keseimbangan terbaik antara waktu dan biaya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, analisis menggunakan *Critical Path Method (CPM)* berhasil mengidentifikasi sembilan aktivitas yang berada pada lintasan kritis dengan nilai *slack* sebesar nol, sehingga seluruh aktivitas tersebut menjadi fokus dalam proses percepatan proyek. Penerapan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* melalui penggantian material *Fortress* terbukti mampu memberikan pengurangan durasi yang lebih besar dibandingkan kondisi normal, namun memerlukan tambahan biaya material yang menyebabkan nilai *cost*

slope relatif tinggi. Sebaliknya, metode *Overtime* mampu meningkatkan produktivitas tenaga kerja melalui penambahan jam kerja sehingga durasi proyek dapat dipersingkat dengan tambahan biaya yang relatif lebih rendah.

Hasil komparasi menunjukkan bahwa metode TCTO lebih efektif dalam memaksimalkan percepatan waktu, sedangkan metode *Overtime* lebih efisien dari aspek biaya percepatan. Dengan demikian, pemilihan metode optimasi harus disesuaikan dengan tujuan proyek. Apabila prioritas utama adalah memenuhi target penyelesaian dalam waktu sesingkat mungkin, metode TCTO menjadi alternatif yang lebih tepat. Sebaliknya, apabila proyek memiliki keterbatasan anggaran namun tetap membutuhkan percepatan, metode *Overtime* merupakan pilihan yang lebih ekonomis. Temuan ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi praktisi konstruksi dalam menentukan strategi percepatan proyek yang mempertimbangkan keseimbangan antara waktu pelaksanaan dan biaya proyek.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] T. E. Saragi and R. U. A. Situmorang, "Optimasi Waktu Dan Biaya Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Alternatif Penambahan Tenaga Kerja Dan Jam Kerja (Lembur) (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Convention Hall Kab. Deli Serdang)," *J. Constr.*, vol. 1, no. 2, pp. 53–69, 2022.
- [2] A. B. Sulistyono and M. Al Fikri, "Analisis Optimalisasi Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Jalan Gordabandung)," *J. InTent*, vol. 4, no. 1, pp. 25–40, 2021.
- [3] M. Chusairi and M. S. HS, "Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Gedung Tipe B SMPN Baru Siwalankerto," *Rekayasa Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 9–15, 2015.
- [4] M. A. D. Zhaputro, H. Darjanto, and F. C. Nugrahini, "Penerapan Metode Time Cost Trade Off untuk Optimasi Biaya dan Waktu pada Pengaruh Redesign Struktur Bawah (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Klinik Utama Mata Jec Java @Pasuruan Tahap 1)," *J. Manuf. Ind. Eng. Technol.*, vol. 3, no. 2, pp. 93–106, 2024, doi: 10.30651/mine-tech.v3i2.24621.
- [5] J. Heizer and B. Render, *Operations management = manajemen operasi buku 1*, 9th ed. Salemba Empat, 2011.
- [6] S. Sabri, E. Khairani, and A. Amiruddin, "Penerapan Manajemen Proyek Dengan Metode Cpm Dan Pert Pada Proyek Pembangunan Drainase Paya Serngi Kecamatan Kebayakan Kabupaten Aceh Tengah," *Biram Samtani Sains*, vol. 9, no. 2, pp. 1–10, 2025, doi: 10.55542/jbss.v9i2.1458.
- [7] D. Prihandoko, T. Klinzabilal, T. M. Rifqi, and V. Ezki, "Penerapan Metode CPM dan PERT pada PT. XYZ dalam Pembangunan Proyek Apartemen Garden di Tangerang," *Bank. Manag. Rev.*, vol. 11, no. 1, pp. 1526–1542, 2022, doi: 10.52250/bmr.v11i1.507.
- [8] I. Soeharto, "Manajemen proyek dari konseptual sampai operasional," 1997.