

Penerapan Metode *Time Cost Trade Off* (TCTO) pada Proyek Pembangunan Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan

Nadhilah Nur Ramadhan*, Gunaedy Utomo, Reno Pratiwi
Universitas Balikpapan, Kota Balikpapan-76115, Indonesia

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Time Cost Trade Off; Alternatif Percepatan; *Microsoft Project*; Penambahan Jam Kerja, Penambahan Tenaga Kerja.

***Correspondence email:**

nadhilah13@gmail.co.id

Submitted: 08 September 2025

Revised: 10 Oktober 2025

Accepted: 11 Januari 2026

Published: 02 Februari 2026

ABSTRAK

Keterlambatan pekerjaan proyek dapat diantisipasi dengan melakukan percepatan dalam pelaksanaannya. Dalam melakukan percepatan proyek harus direncanakan dengan baik dengan menggunakan berbagai alternatif percepatan. Alternatif yang dapat digunakan untuk melakukan percepatan proyek yaitu dengan penambahan jam kerja, penambahan tenaga kerja, maupun kombinasi dari keduanya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis penerapan metode *Time Cost Trade Off* dengan alternatif percepatan penambahan jam kerja dan alternatif percepatan penambahan tenaga kerja. Metode yang digunakan adalah studi kasus pada Proyek Pembangunan Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan dengan durasi 174 hari kalender dengan mencari lintasan kritis menggunakan *Microsoft Project* kemudian dilakukan *crashing* untuk mendapatkan *cost slope* kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Hasil dari penelitian ini didapatkan alternatif yang optimal adalah alternatif percepatan penambahan jumlah tenaga kerja *crashing* 3 dengan durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 68.89 hari dengan biaya Rp7.770.887.756. yang merupakan alternatif percepatan yang memiliki biaya terendah dari alternatif percepatan lainnya.

ABSTRACT

Keywords:

Time Cost Trade Off; Acceleration Alternatives; *Microsoft Project*; Additional Working Hours, Additional Workforce.

Delays in project work can be anticipated by accelerating its implementation. In accelerating the project, it must be well planned by using various acceleration alternatives. Alternatives that can be used to accelerate the project are by adding working hours, adding labor, or a combination of both. The purpose of this study is to analyze the application of the Time Cost Trade Off method with alternative acceleration of adding working hours and alternative acceleration of adding labor. The method used is a case study on the Balikpapan City Public Works Department Building Improvement Construction Project with a duration of 174 calendar days by finding the critical path using Microsoft Project and then crashing to obtain the cost slope of activities on the critical path. The results of this study obtained the optimal alternative is the acceleration alternative of adding the number of crashing 3 labor with the duration required to complete the project is 68.89 days at a cost of Rp7.770.887.756. which is the acceleration alternative that has the lowest cost of other acceleration alternatives.

PENDAHULUAN

Arus pembangunan yang terjadi tiap tahunnya pada setiap perkotaan besar dapat memberikan dampak yang cukup tinggi pada pertumbuhan penduduk. Pembangunan infrastruktur dan pelayanan publik merupakan dua aspek yang utama dalam melakukan peningkatan pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat di suatu daerah. Infrastruktur dasar yang lebih baik untuk pelayanan publik juga diperlukan sebagai akibat dari peningkatan jumlah penduduk yang tidak berkorelasi langsung dengan pertumbuhan berbagai sektor penunjang kehidupan lainnya, seperti sektor permukiman dan perumahan yang berkembang pesat (M.T., 2023). Sehingga dengan adanya peningkatan infrastruktur gedung pemerintahan memiliki peran penting dalam menunjang efektivitas operasional serta menyediakan fasilitas yang lebih baik untuk pelayanan publik.

Manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya proyek untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya dan tepat mutu (Ervianto, 2002). Proyek dapat diselesaikan dengan efektif jika melakukan perencanaan dengan baik, terutama dalam perencanaan jumlah tenaga kerja, sehingga waktu pengerjaan proyek menjadi lebih cepat, dikarenakan jumlah tenaga kerja yang direncanakan sesuai dengan kebutuhan (Pandya, Nasution, Hendriyanti, & Pratiwi, 2024). Oleh karena itu, perencanaan yang tepat dan sesuai dengan karakteristik proyek yang bersangkutan sangatlah diperlukan untuk

menghadapi ketidakpastian kondisi proyek sehingga penjadwalan pelaksanaan suatu proyek dapat dilaksanakan dengan waktu dan biaya yang efisien (Arianie & Puspitasari, 2017). Metode pertukaran waktu dan biaya (*Time Cost Trade Off*) adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis pengaruh waktu yang dapat dipersingkat dengan penambahan biaya terhadap kegiatan yang bisa dipercepat kurun waktu pelaksanaannya sehingga dapat diketahui percepatan yang paling maksimum dan biaya yang paling minimum (Izzah, 2017).

Pada proyek pembangunan Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan yang dijadwalkan pada tanggal 11 Juli 2024 sampai dengan 31 Desember 2024 dalam kurun waktu 25 minggu atau 174 hari kalender sesuai dengan *Schedule* Kontrak. Presentasi Progress realisasi saat ini yang sedang berjalan di Minggu ke-23 (09-15 Desember 2024) mencapai 80.630% dengan target 85.094%, dengan deviasi minus -4.464% (mengalami keterlambatan). Dengan latar belakang tersebut, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui alternatif manakah yang optimal dari penggunaan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)*.

Dengan penerapan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* pada proyek Pembangunan peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan ini, diharapkan dapat bermanfaat agar perencanaan lebih terukur, risiko dapat dikelola dengan baik, dan efisiensi waktu serta biaya dapat tercapai. Metode ini juga mendukung dalam penyusunan anggaran yang lebih presisi, sehingga dapat menghindari pemborosan dan memastikan penggunaan sumber daya yang optimal.

METODE

Dalam suatu penelitian ilmiah, metode pengumpulan data dimaksudkan untuk memperoleh bahan yang relevan, akurat, dan dapat diandalkan. Metode pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Wawancara

Wawancara adalah cara pengumpulan data yang dilakukan dengan bertanya dan mendengarkan jawaban langsung dari sumber utama data (Kountur R. , 2009). Wawancara merupakan teknik pengambilan data ketika peneliti langsung berdialog dengan responden untuk menggali informasi dari responden (Sopiah & Sangadji, 2010). Wawancara yang dilakukan dalam penelitian ini adalah bertanya secara langsung dengan Pejabat Pembuat Komitmen pengadaan proyek Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan untuk mengetahui berbagai informasi dari data-data yang dikumpulkan.

2. Observasi

Metode observasi adalah cara pengumpulan data dengan cara melakukan pencatatan secara cermat dan sistematis (Arsyad & Soeratno, 2008). Observasi dalam penelitian ini dilakukan dengan mengamati secara langsung untuk mengetahui kondisi dan kegiatan pada proyek Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan.

3. Studi Literatur

Studi literatur adalah mempelajari buku-buku referensi dan hasil penelitian sejenis yang pernah dilakukan oleh orang lain (Dodi L. , 2015). Studi literatur dalam penelitian ini adalah mempelajari buku-buku, jurnal, internet, dan penelitian-penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang dilakukan.

Adapun data-data yang diperlukan dalam pengerjaan skripsi ini adalah:

1. Gambar perencanaan proyek.
2. *Time Schedule* proyek
3. Rencana anggaran biaya (RAB)
4. Analisa harga satuan
5. Upah pekerja

HASIL

1. Lintasan Kritis pada *Microsoft Project*

Microsoft Project adalah suatu program perangkat lunak manajemen proyek yang dikembangkan dan dijual oleh Microsoft yang dirancang untuk membantu manajer proyek dalam mengembangkan rencana, menetapkan sumber daya untuk tugas-tugas, pelacakan kemajuan, mengelola anggaran, dan menganalisis beban kerja (Alviani, Putra, Siregar, & Usman, 2023). Berdasarkan hasil pengolahan data menggunakan *Microsoft Project* bahwa item pekerjaan yang berada pada lintasan kritis adalah sebanyak 27 item pekerjaan dari total keseluruhan 176 item pekerjaan, dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar Item Pekerjaan Lintasan Kritis

ITEM PEKERJAAN		Durasi (Hari)	
a) Pekerjaan Pendahuluan	A. Mobilisasi & Demobilisasi	174	
	B. Air & Listrik Kerja	174	
	C. Sistem Manajemen Keselamatan Konstruksi	174	
	D. Pemasangan Bouwplank	7	
b) Pekerjaan Bongkaran	A. Pembongkaran Beton Bertulang	21	
	B. Pembongkaran Lantai Keramik	28	
	C. Pembongkaran Dinding ACP	28	
	D. Pembongkaran Dinding Batu Bata	21	
	E. Pembongkaran Rangka dan Penutup Plafond	28	
	F. Pembongkaran Rangka dan Penutup Atap	21	
c) Pekerjaan Tanah dan Galian	A. Galian Tanah	14	
d) Pekerjaan Struktur Beton Bertulang	B. Lantai Kerja Tebal 5cm Mutu Beton K-125 (SITE MIX)	7	
	A. Pekerjaan Pondasi	a) Boering Borepile dia 300 mm@Kedalaman 12 Meter	28
		b) Cor Beton Mutu $f_c=24,90$ Mpa (K300) Ready Mix	21
		c) Pembesian Polos	28
	B. Pekerjaan Pondasi Foot Plate uk. 150x60x60 cm	a) Pembesian Ulir	21
		b) Bekesting	21
	C. Pekerjaan Sloef Beton uk. 30x50cm	a) Cor Beton Mutu $f_c=24,90$ Mpa (K300) Ready Mix	7
		b) Pembesian Ulir	21
		c) Bekesting	7
		a) Beam WF. 350 x 175 x 7 x 11	28
e) Pekerjaan Struktur Baja	A. Pekerjaan Balok EL. (+) 4.500		
	A. Beam EL. (+) 8.500	a) Beam WF. 150 x 75 x 5 x 7	14
f) Pekerjaan Plafond	A. Pasang Rangka Plafond Hollow Galvanis 60 x60	42	
	B. Pasang Plafond Gypsum 9 mm Ex Jayaboard	42	
g) Pekerjaan Rangka dan Penutup Atap	A. Pasang Rangka Atap Baja Ringan Ex. Gigasteel	28	
	B. Pasang Atap Alderon Type RS Double Layer	28	

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

2. Biaya Proyek

Perkiraan biaya proyek memegang peranan yang penting dalam penyelenggaraan suatu proyek dengan penyelenggaraan kegiatan proyek mulai dari tahap perencanaan, pelaksanaan, dan pengendalian akan dihitung dalam nilai uang. Maka pengalaman dan ketelitian akan sangat penting dalam perhitungan penyusunan perkiraan biaya proyek. Ada beberapa jenis biaya yang berhubungan dengan pembiayaan suatu proyek konstruksi yaitu jenis biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tak langsung (*Indirect Cost*).

a. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

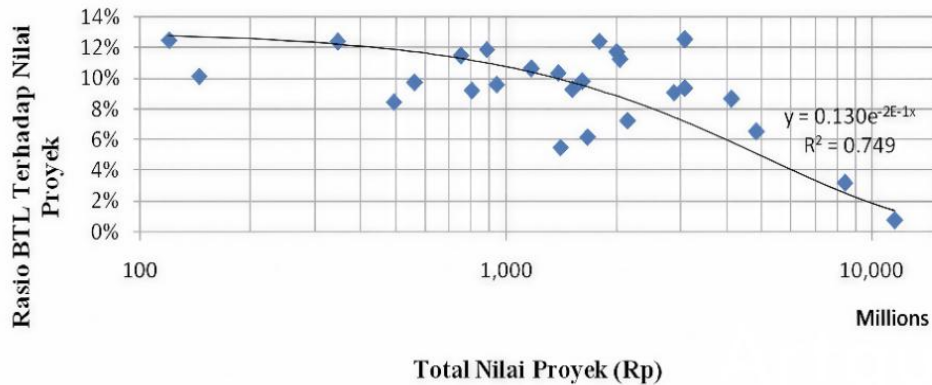
Biaya langsung adalah biaya yang diperlukan langsung untuk mendapatkan sumber daya yang akan dipergunakan untuk penyelesaian proyek (Kareth, Tarore, Tjakra, & Walangitan, 2012)

Biaya langsung meliputi:

- 1) Biaya bahan atau material
- 2) Biaya upah tenaga kerja
- 3) Biaya alat
- 4) Biaya sub-kontraktor dan lain-lain.

b. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang diperlukan untuk setiap kegiatan, namun tidak berhubungan langsung dengan kegiatan yang bersangkutan.



Gambar 1. Model Hubungan Biaya Tidak Langsung Pada Kontraktor Kecil dan Menengah

Sumber: Soemardi & Kusumawardani (2010)

Pada kontraktor menengah dan kecil, besarnya proporsi biaya tidak langsung terhadap nilai proyek relatif tetap pada kisaran 12% hingga 10% pada nilai kontrak hingga Rp 1 milyar dan mulai secara signifikan berkurang hingga 2% untuk nilai kontrak sebesar Rp 10 milyar (Soemardi & Kusumawardani, 2-3 Juni 2010)

3. Penerapan Metode TCTO (*Time Cost Trade Off*)

TCTO (*Time Cost Trade Off*) atau biasa disebut metode pertukaran waktu dan biaya adalah suatu metode yang dapat digunakan untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis pengaruh waktu yang dapat dipersingkat dengan penambahan biaya terhadap kegiatan yang bisa dipercepat kurun waktu pelaksanaannya sehingga dapat diketahui percepatan yang paling maksimum dan biaya yang paling minimum (Widyo & Sri Handayani, 2017). Perhitungan dalam proses percepatan ini hanya dilakukan pada aktivitas-aktivitas yang berada pada lintasan kritis dengan maksud agar dicapai pengurangan waktu proyek sebesar-besarnya dengan pengeluaran biaya yang sekecil-kecilnya.

Dalam hal ini ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mempercepat durasi total proyek, yaitu:

a. Penambahan Jumlah Jam Kerja (Kerja Lembur)

Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7, serta pasal 11, dijelaskan standar upah tenaga kerja untuk lembur adalah:

- 1) Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan maksimal 3 (tiga) jam dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
- 2) Waktu kerja lembur tidak termasuk pada waktu istirahat mingguan atau hari libur resmi.
- 3) Memberikan makanan sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan 3 (tiga) jam atau lebih.
- 4) Untuk kerja lembur pertama dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam, sedangkan untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar sebesar 2 (dua) kali lipat upah sejam (Priyo & Paridi, 2018).

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) para pekerja. Semakin besar penambahan jam kerja (lembur) dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada tabel 2 dibawah ini:

Tabel 2. Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Produktifitas	Prestasi Kerja (%)
1 jam	0,1	90
2 jam	0,2	80
3 jam	0,3	70
4 jam	0,4	60

Sumber: Soeharto (1999)

Langkah-langkah dalam menghitung *crash duration*:

1) Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}} \dots \dots \dots [1]$$

2) Produktivitas per jam

$$= \frac{\text{Produktifitas harian}}{\text{Jam kerja perhari}} \dots\dots\dots [2]$$

3) Produktivitas harian sesudah *crash*
 = (Jam kerja perhari × Produktivitas tiap jam) + (a × b × Produktivitas tiap jam)..... [3]

Dengan:

a = lama penambahan jam kerja (lembur)

b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)

4) Crash duration

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktifitas harian sesudah crash}} \dots\dots\dots [4]$$

b. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan penambahan perkerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktivitas tertentu tanpa menambah jam kerja. Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut:

1) Jumlah Tenaga Kerja Normal = $\frac{\text{Koefisien tenaga kerja x volume}}{\text{durasi normal}} \dots\dots\dots [5]$

2) Jumlah Tenaga Kerja Dipercepat = $\frac{\text{Koefisien tenaga kerja x volume}}{\text{durasi dipercepat}} \dots\dots\dots [6]$

4. Biaya Tambahan Pekerja (*Crash Out*)

Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 bahwa upah penambahan kerja bervariasi. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal dan pada penambahan jam kerja berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

a. Normal ongkos pekerja perhari
 = Produktivitas harian × Harga satuan upah pekerja [7]

b. Normal ongkos pekerja perjam
 = Produktivitas perjam × Harga satuan upah pekerja [8]

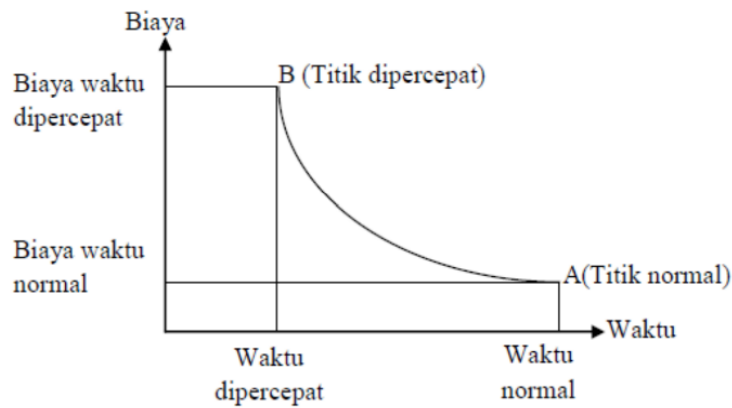
c. Biaya lembur pekerja
 = 1,5 × upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) Pertama + 2 × n × upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya Dengan: n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)..... [9]

d. *Crash cost* pekerja perhari
 = (Jam perhari × Normal cost pekerja) + (n × Biaya lembur perjam) [10]

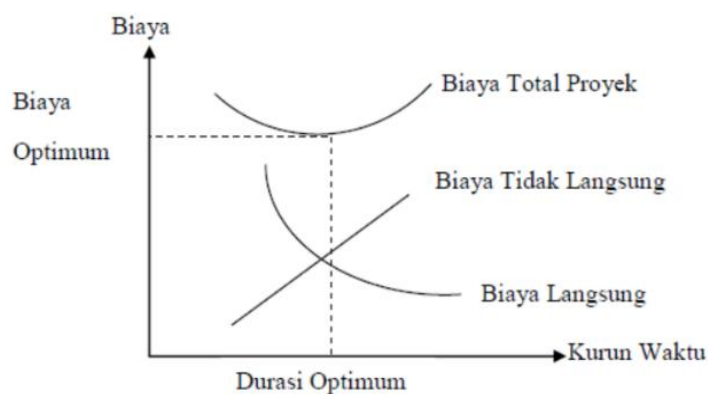
e. *Cost slope*
 $\frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}} \dots\dots\dots [11]$

5. Hubungan Antara Biaya Terhadap Waktu

Total biaya proyek adalah jumlah biaya langsung dan tidak langsung yang digunakan selama pelaksanaan proyek. Besarnya biaya ini sangat bergantung pada lamanya waktu (durasi) penyelesaian proyek, yang keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Walaupun tidak dapat dihitung dengan rumus tertentu, pada umumnya semakin lama proyek berjalan, semakin tinggi pula kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan (Soeharto, 1999). Total biaya proyek sama dengan jumlah biaya langsung dan tidak langsung. Total biaya proyek sangat tergantung pada waktu penyelesaian proyek. Hubungan antara biaya dan waktu dapat dilihat pada Gambar 2. Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan titik-titik ini disebut kurva biaya waktu. Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin besar jumlah jam lembur maka waktu penyelesaian proyek akan semakin cepat, namun sebagai konsekuensinya, biaya tambahan yang harus dikeluarkan akan semakin besar.



Gambar 2. Grafik Hubungan waktu dengan biaya normal dan percepatan untuk suatu kegiatan
Sumber: Soeharto (1999)



Gambar 3. Grafik Hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung dan biaya tidak langsung
Sumber: Soeharto (1999)

Pembahasan

Tabel 3. Rekapitulasi Percepatan Jam Kerja (Lembur) 1 Jam

NO.	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL			CRASHING	CRASHING		SELISIH	COST SLOPE
		DURASI (HARI)	BIAYA (Rp)			DURASI (HARI)	BIAYA (Rp)		
1	Pemasangan Bouwplank	Pekerjaan Pendahuluan	7	Rp1.762.787	0.70	6.30	Rp1.923.962	Rp161.175	Rp230.250
2	Pembongkaran Beton Bertulang		21	Rp8.777.691	2.00	19.00	Rp8.841.723	Rp64.031	Rp32.015
3	Pembongkaran Lantai Keramik		28	Rp11.397.589	2.83	25.17	Rp11.625.008	Rp227.418	Rp80.359
4	Pembongkaran Dinding ACP	Pekerjaan Bongkaran	28	Rp20.817.118	2.83	25.17	Rp21.097.524	Rp280.406	Rp99.083
5	Pembongkaran Dinding Batu bata		21	Rp5.734.130	2.00	19.00	Rp5.798.161	Rp64.031	Rp32.015
6	Pembongkaran Rangka dan Penutup Plafon		28	Rp28.873.458	2.83	25.17	Rp29.127.371	Rp253.912	Rp89.721
7	Pembongkaran Rangka dan Penutup Atap	Pekerjaan Tanah dan Galian	21	Rp21.049.063	2.00	19.00	Rp21.958.682	Rp909.618	Rp454.809
8	Galian Tanah		14	Rp1.599.845	1.42	12.58	Rp1.690.370	Rp90.525	Rp63.750
9	Lantai Kerja Tebal 5CM Mutu Beton K-125 (SITE MIX)		7	Rp5.998.667	0.70	6.30	Rp6.132.671	Rp134.004	Rp191.434
10	Boering bore pile dia 300 mm @ Kedalaman 12 Meter	Pondasi Bore Pile dia 300 mm @ Kedalaman 12 Meter	28	Rp164.913.322	2.84	25.16	Rp165.030.340	Rp117.018	Rp41.203
11	Cor Beton Mutu fc =24,90 Mpa (K300) Ready Mix		21	Rp50.495.572	2.00	19.00	Rp50.634.678	Rp139.106	Rp69.553
12	Pembesian polos		28	Rp6.758.315	2.83	25.17	Rp6.897.421	Rp139.106	Rp49.154
13	Pembesian ulir	Pekerjaan Pondasi Foot Plate uk. 150 x 60 x 60 cm	21	Rp20.590.971	2.12	18.88	Rp20.730.077	Rp139.106	Rp65.616

Nadhilah Nur Ramadhan*, Gunaedy Utomo, Reno Pratiwi: Penerapan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) pada Proyek Pembangunan Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	NORMAL			CRASHING			SELISIH	COST SLOPE
		DURASI (HARI)	BIAYA (Rp)	CRASHING	DURASI (HARI)	BIAYA (Rp)			
14	Bekesting	21	Rp8.283.198	2.12	18.88	Rp8.448.798	Rp165.600	Rp78.113	
15	Cor Beton Mutu fc =24,90 Mpa (K300) Ready Mix	Pekerjaan Sloef Beton uk. 30 x 50 cm	7	Rp33.674.152	0.70	6.30	Rp33.806.521	Rp132.369	Rp189.098
16	Pembesian ulir	21	Rp14.976.800	2.12	18.88	Rp15.115.906	Rp139.106	Rp65.616	
17	Bekesting	7	Rp7.700.443	0.70	6.30	Rp8.007.697	Rp307.53	Rp438.933	
18	Beam WF. 350 x 175 x 7 x 11	Pekerjaan Balok EL. (+) 4.500	28	Rp140.750.389	2.83	25.17	Rp141.127.939	Rp377.550	Rp133.409
19	Beam WF. 150 x 75 x 5 x 7	Beam EL. (+) 8.500	14	Rp105.941.153	1.42	12.58	Rp106.468.834	Rp527.681	Rp371.606
20	Pasang Rangka Plafond Hollow galvanis 60 x 60	Pekerjaan Plafond	42	Rp135.250.016	4.25	37.75	Rp136.106.483	Rp856.467	Rp201.521
21	Pasang Plafond Gypsum 9 mm Ex Jayaboard	42	Rp58.397.234	4.25	37.75	Rp58.615.693	Rp218.459	Rp51.402	
22	Pasang Rangka Atap Baja Ringan Ex. Gigasteel	Pekerjaan Rangka dan Penutup Atap	28	Rp237.366.241	2.83	25.17	Rp238.658.508	Rp1.292.266	Rp456.631
23	Pasang Atap Alderon Type RS Double Layer	28	Rp184.618.188	2.83	25.17	Rp184.757.294	Rp139.106	Rp49.154	

Sumber: Hasil Pengolahan Data, 2025

Selanjutnya untuk perhitungan pengaruh terhadap biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total yang diakibatkan penambahan jam lembur dapat dilihat pada salah satu contoh perhitungan di bawah ini:

Biaya Langsung = Biaya langsung + Selisih Biaya 1 Jam Lembur

= Rp. 7.442.298.000 + Rp. 161.175

= Rp. 7.442.459.175

Biaya Tidak Langsung = (Rp. 826.992.000/174 hari kalender) × 173.30

= Rp. 823.595.302

Biaya Total = Rp. 7.442.459.175 + Rp. 823.595.302

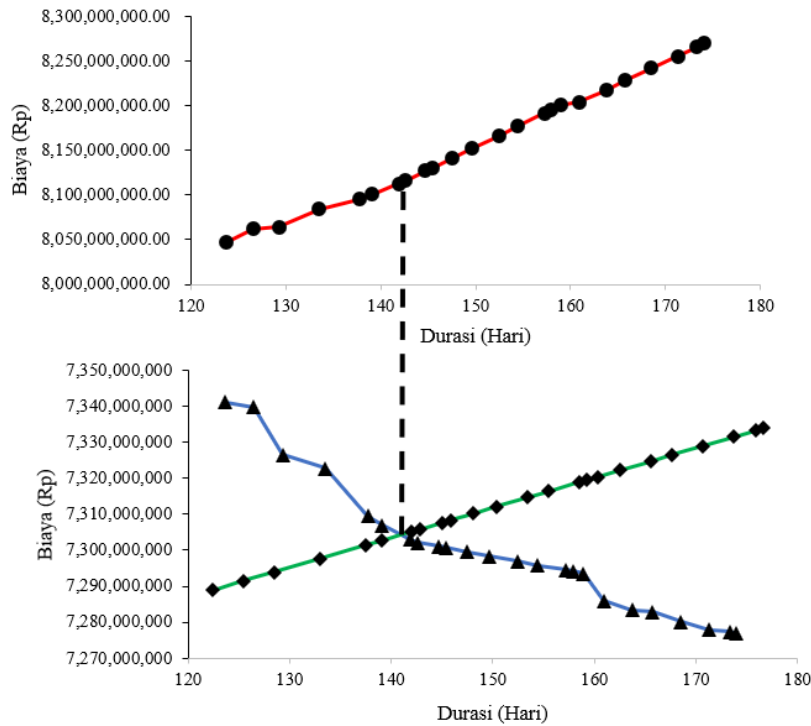
= Rp. 8.266.017.099

Berikut ini adalah rekapitulasi perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total dalam Tabel hasil perhitungan untuk penambahan 1 jam lembur, 2 jam lembur dan 3 jam lembur:

Tabel 4. Rekapitulasi Total Biaya 1 Jam Lembur

NO	URAIAN PEKERJAAN	DURASI (HARI)	BIAYA LANGSUNG (Rp.)	BIAYA TIDAK LANGSUNG (Rp.)	TOTAL BIAYA (Rp.)	
1	Pemasangan Bouwplank	Pekerjaan Pendahuluan	173.30	7.442.459.175	823.595.302	8.266.054.477
2	Pembongkaran Beton Bertulang	171.30	7.442.523.206	814.090.452	8.256.613.658	
3	Pembongkaran Lantai Keramik	168.47	7.442.750.625	800.641.088	8.243.391.713	
4	Pembongkaran Dinding ACP	165.64	7.443.031.031	787.191.725	8.230.222.756	
5	Pembongkaran Dinding Batu bata	Pekerjaan Bongkaran	163.64	7.443.095.063	777.686.874	8.220.781.937
6	Pembongkaran Rangka dan Penutup Plafon	160.81	7.443.348.975	764.237.510	8.207.586.485	
7	Pembongkaran Rangka dan Penutup Atap	158.81	7.444.258.594	754.732.660	8.198.991.254	
8	Galian Tanah	157.39	7.444.349.119	747.984.216	8.192.333.335	
9	Lantai Kerja Tebal 5CM Mutu Beton K-125 (SITE MIX)	Pekerjaan Tanah dan Galian	156.69	7.444.483.123	744.657.518	8.189.140.641
10	Boering bore pile dia 300 mm @ Kedalaman 12 Meter	Pondasi Bore Pile dia 300 mm @ Kedalaman 12 Meter	153.85	7.444.600.142	731.160.630	8.175.760.772
11	Cor Beton Mutu fc =24,90 Mpa (K300) Ready Mix	151.85	7.444.739.248	721.655.780	8.166.395.028	
12	Pembesian polos	149.02	7.444.878.354	708.206.416	8.153.084.771	
13	Pembesian ulir	Pekerjaan Pondasi Foot Plate	146.90	7.445.017.461	698.131.275	8.143.158.735
14	Bekesting	uk. 150 x 60 x 60 cm	144.78	7.445.183.061	688.056.133	8.133.239.194
15	Cor Beton Mutu fc =24,90 Mpa (K300) Ready Mix	144.08	7.445.315.430	684.729.435	8.130.044.865	
16	Pembesian Ulir	Pekerjaan Sloef Beton uk. 30 x 50 cm	141.96	7.445.454.536	674.654.294	8.120.108.830
17	Bekesting	141.26	7.445.761.789	671.327.596	8.117.089.385	
18	Beam WF. 350 x 175 x 7 x 11	Pekerjaan Balok EL. (+) 4.500	138.43	7.446.139.339	657.878.233	8.104.017.572
19	Beam WF. 150 x 75 x 5 x 7	Beam EL. (+) 8.500	137.01	7.446.667.021	651.129.789	8.097.796.809
20	Pasang Rangka Plafond Hollow galvanis 60 x 60	132.76	7.447.523.488	630.931.981	8.078.455.469	
21	Pasang Plafond Gypsum 9 mm Ex Jayaboard	Pekerjaan Plafond	128.51	7.447.741.947	610.734.174	8.058.476.121
22	Pasang Rangka Atap Baja Ringan Ex. Gigasteel	Pekerjaan Rangka dan Penutup Atap	125.68	7.449.034.213	597.284.810	8.046.319.023

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)



Gambar 4. Grafik Biaya Langsung, Tidak Langsung dan Biaya Total Pada 1 Jam Lembur

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

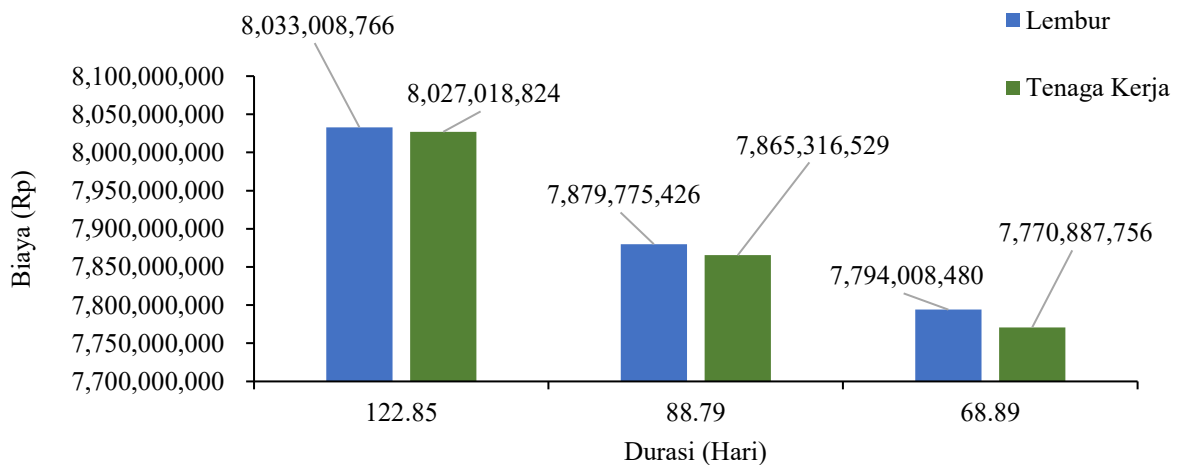
Perbandingan Waktu dan Biaya Antara Penambahan Jam Lembur dan Penambahan Jumlah Tenaga Kerja

Hasil rekapitulasi perhitungan dari penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja didapat hasil yang optimal, sebagai berikut:

Tabel 5. Total durasi dan biaya optimal pada penambahan jam kerja (lembur) dan pembahan jumlah tenaga kerja

Durasi Penambahan Jam Kerja (Hari)	Biaya (Rp)	Durasi Penambahan Tenaga Kerja (Hari)	Biaya (Rp)
122.85	Rp8.033.008.766	122.85	Rp8.027.018.824
88.79	Rp7.879.775.426	88.79	Rp7.865.316.529
68.89	Rp7.794.008.480	68.89	Rp7.770.887.756

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)



Gambar 5. Grafik Perbandingan Biaya Normal, Biaya Jam Lembur dan Biaya Penambahan Tenaga Kerja

Sumber: Hasil Pengolahan Data (2025)

Dari perbandingan total biaya percepatan menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* diatas dapat kita ketahui bahwa proyek Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan dapat melakukan percepatan dari

durasi normal 174 hari dengan biaya Rp.8.269.220.000 menjadi 68.89 hari dengan biaya yang paling optimal adalah Rp.7.794.008.480 dari perhitungan penambahan tenaga kerja durasi percepatan 3.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah dilakukan pada penelitian ini, dihasilkan kesimpulan yaitu bahwa waktu dan biaya yang optimal untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* adalah dengan alternatif penambahan 3 jam kerja, dengan durasi 68.89 hari dan biaya Rp7.794.008.480 dimana durasi normal atau rencana adalah 174 hari dengan biaya Rp8.269.220.000.

Waktu dan biaya yang optimal untuk menyelesaikan proyek Pembangunan Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* adalah dengan alternatif penambahan jumlah tenaga kerja crashing 3 dengan durasi 68.89 hari dan biaya Rp7.770.887.756 dimana durasi normal atau rencana adalah 174 hari dengan biaya Rp8.269.220.000,00.

Alternatif yang optimal dari metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* pada proyek Pembangunan Peningkatan Gedung Dinas Pekerjaan Umum Kota Balikpapan adalah alternatif penambahan jumlah tenaga kerja crashing 3, dimana untuk crashing 1 durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 122.85 hari dengan biaya Rp8.027.018.824 untuk crashing 2 durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 88.79 hari dengan biaya Rp7.865.316.529 untuk crashing 3 durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 68.89 hari dengan biaya Rp7.770.887.756 sedangkan untuk penambahan jam lembur 1 jam durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 122.85 hari dengan biaya Rp8.033.008.766 untuk penambahan jam lembur 2 jam durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 88.79 hari dengan biaya Rp7.879.775.426 dan untuk penambahan jam lembur 3 jam durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek adalah 68.89 hari dengan biaya Rp7.794.008.480. Sehingga yang menjadi alternatif optimal dari metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* adalah alternatif yang memiliki biaya terendah dari alternatif lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alviani, E., Putra, A. D., Siregar, A. M., & Usman, K. (2023). Manajemen Penjadwalan Menggunakan Microsoft Project dan Analisis Risiko pada Proyek Pembangunan RSPTN Universitas Lampung. *JRSDD*, 258.
- Arianie, G. P., & Puspitasari, N. B. (2017). Perencanaan Manajemen Proyek Dalam Meningkatkan Efisiensi dan Efektifitas Sumber Daya Perusahaan (Studi Kasus : Qiscus Pte Ltd). *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 189.
- Arsyad, L., & Soeratno. (2008). *Metodologi Penelitian Untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- Dodi, L. (2015). *Metodologi Penelitian*. Yogyakarta: Pustaka Ilmu.
- Ervianto, W. I. (2002). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: ANDI OFFSET (Penerbit Andi).
- Izzah, N. (2017). Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off (TCTO) Pada Proyek Pembangunan Perumahan di PT. X. *Jurnal Ilmiah Rekayasa Vol 10 No.1*, 52.
- Kareth, M., Tarore, H., Tjakra, J., & Walangitan, D. (2012). Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Program Primavera 6.0 (Studi Kasus : Proyek Perumahan Puri Kelapa Gading) . *Jurnal Sipil Statik*, 54-55.
- Kountur, R. (2009). *Metode Penelitian Untuk Penulisan Skripsi dan Tesis*. Jakarta: Manajemen PPM dan Penerbit PPM.
- L, A., & Soeratno. (2008). *Metodologi Penelitian untuk Ekonomi dan Bisnis*. Yogyakarta: UPP STIM YKPN.
- M.T., D. I. (2023). *Pembangunan Berkelanjutan Penyediaan Infrastruktur Pada Kawasan Permukiman Secara Berkelanjutan*. Surabaya: PT. Muara Karya (Anggota IKAPI).
- Pandya, M. W., Nasution, D. S., Hendriyanti, I., & Pratiwi, R. (2024). Analisis Resource Leveling Menggunakan Precedence Diagram Method (PDM) pada Gedung Mako Lanal Balikpapan. *Jurnal Talenta Sipil*, 445.
- Priyo, M., & Paridi, M. A. (2018). Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Konstruksi Pembangunan Gedung Olah Raga (Gor). *SEMESTA TEKNIKA*, 79.
- Soeharto, I. (1999). *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*. Jakarta: Erlangga.
- Soemardi, B. W., & Kusumawardani, R. G. (2-3 Juni 2010). Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi. *Konferensi Nasional Teknik Sipil 4 (KoNTeKS 4) Sanur-Bali*, 295-300.
- Sopiah, & Sangadji, E. M. (2010). *Metodologi Penelitian Pendekatan Praktis dalam Penelitian*. Yogyakarta: Andi.
- Widyo, K. R., & Sri Handayani, F. (2017). Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur dan Jumlah Alat.