



Analisis Efisiensi Waktu Dan Biaya Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja Dan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*

Irfan Mochdara K^{1*}, Idhar Adjam², Indra Altarans³, Amiruddin Hi. Muhammad⁴

^{1,2,3,4} Universitas Nuku, Indonesia

Abstract

Received: 3 Oktober 2025

Revised: 18 Oktober 2025

Accepted: 25 November 2025

The results of time and cost optimization in this study using the alternative of adding working hours resulted in a total completion time of 182 days, which is 14 (7.14%) days faster than the normal time of 196 days, with a total project cost of Rp. 1,767,600,000.00, resulting in a cost efficiency of Rp. 232,559,067.27 (12.62%). Meanwhile, using the alternative of adding manpower resulted in a total completion time of 179 days, which is 17 (8.67%) days faster than the normal time with a total project cost of IDR 1,767,600,000.00, achieving a cost efficiency of Rp. 7,870,582.09 (0.44%). Therefore, time and cost efficiency with the addition of working hours is more economical. The implications of this research provide recommendations for project managers in making decisions to accelerate work so that it is efficient in terms of time and cost.

Keywords: Cost, Time Cost Trade Off, Time, Microsoft Project.

(*) Corresponding Author:

¹irfanmochdar93@gmail.com,²

idharadjam2017@gmail.com,³

altaransaltarans@gmail.com,⁴amirudinmuhammad293@gmail.com,

How to Cite: Mochdara K, I., Adjam, I., Altarans, I., & Muhammad, A. (2025). Analisis Efisiensi Waktu Dan Biaya Pada Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja Dan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, 11(11.C), 227-243. Retrieved from <https://jurnal.peneliti.net/index.php/JIWP/article/view/13296>

PENDAHULUAN

Dalam suatu pekerjaan proyek, keberhasilan dan kegagalan sangat dipengaruhi oleh waktu dan biaya. Tolak ukur keberhasilan proyek dapat dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang se-minimal mungkin tanpa mengurangi kualitas pada hasil pekerjaan. Pengelolaan proyek yang dilakukan secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan (*profit*), serta agar terhindar dari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek.

Pada perencanaan proyek konstruksi, efisiensi waktu dan biaya sangat penting untuk direncanakan. Dari waktu dan biaya yang efisien maka pelaksana proyek bisa mendapatkan ketepatan waktu yang sesuai dan keuntungan yang maksimal. Untuk bisa mendapatkan hal tersebut maka yang harus dilakukan dalam efisiensi waktu dan biaya adalah membuat jaringan kerja proyek (*network planning*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek serta mengetahui jumlah sumber daya (*resources*) yang tersedia.

Dari analisis tersebut akan diketahui perubahan biaya dan waktu proyek setelah dilakukan lembur dan penambahan tenaga kerja sehingga akan diketahui lebih besar yang mana antara sebelum dan sesudah dilakukan percepatan waktu (*Crashing*).



KAJIAN LITERATUR

Definisi Proyek

Proyek pada umumnya memiliki batas waktu (Deadline), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Berkaitan dengan masalah proyek ini maka keberhasilan pelaksanaan sebuah proyek tepat pada waktunya merupakan tujuan yang penting baik bagi pemilik proyek maupun kontraktor (Ariany, 2010).

Kegiatan proyek dapat diartikan sebagai suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk menghasilkan produk atau deliverable yang kriteria mutunya telah digariskan dengan jelas (Soeharto, Iman. 1999).

Ciri Pokok Proyek

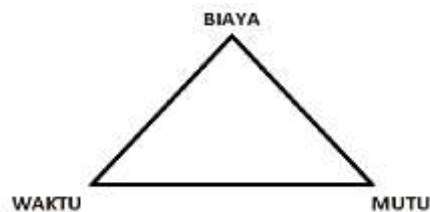
Menurut Soeharto, Iman (1999) Ciri pokok proyek adalah :

- Bertujuan menghasilkan lingkup (*scope*) tertentu berupa produk akhir atau hasil kerja akhir.
- Untuk mencapai produk hasil kerja akhir maka ditentukan jumlah biaya, jadwal, dan mutu.
- Bersifat sementara dalam arti umumnya dibatasi oleh selesainya tugas. Titik awal dan akhir ditentukan dengan jelas.
- Kegiatan nonrutin, tidak berulang-ulang (hanya terjadi satu kali), macam dan intensitas kegiatan berubah sepanjang proyek berlangsung.

Tiga Kendala (*Triple Constraint*)

Ada beberapa hal yang harus diperhatikan untuk mencapai tujuan proyek konstruksi yaitu batasan besar anggaran yang dikeluarkan, waktu (jadwal) yang ditentukan, dan spesifikasi (mutu). Ketiga hal tersebut menjadi parameter yang penting bagi setiap pihak dalam proyek dan sering disebut sebagai sasaran proyek konstruksi.

- Anggaran (Biaya), dalam suatu proyek telah ditetapkan besaran biaya yang diperlukan.
- Jadwal (Waktu), pengerjaan proyek konstruksi harus di dalam kurun waktu yang telah ditentukan dari awal dan akhirnya, dan tidak boleh melewati batas waktu.
- Mutu, hasil dari kegiatan proyek harus sesuai dengan mutu yang telah dipersyaratkan.



Gambar 1. Sasaran proyek yang juga merupakan tiga kendala (*triple constraint*), (Soeharto, Iman. 1999).

Manajemen Proyek

Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran dalam jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan

pendekatan system dan hirarki (arus kegiatan) vertikal maupun horizontal (Soeharto, Iman. 1999).

Manajemen proyek merupakan kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan, dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam kurun waktu tertentu dan dengan sumber daya yang tertentu pula. Dalam manajemen proyek dipergunakan personel perusahaan untuk ditempatkan pada tugas tertentu dalam proyek (Santosa, Budi. 2009).

Manajemen proyek merupakan bagian dari semua proses perencanaan, pelaksanaan, pengendalian serta koordinasi proyek dari tahapan awal hingga tahapan akhir proyek dalam menjamin pelaksanaan proyek sesuai batasan waktu, tepat biaya, dan tepat mutu (Ervianto, Wulfram I. 2002).

Analisis Pertukaran Biaya dan Waktu (Time Cost Trade Off)

Time Cost Trade Off adalah suatu metode untuk mempercepat durasi proyek dengan menambahkan variabel / alternatif tertentu seperti jam kerja, tenaga kerja, alat, dll : (Andrianto, 2011)

○ **Penambahan Jumlah Jam Kerja (Kerja Lembur)**

Kerja lembur (*working overtime*) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perhari, tanpa menambah pekerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan didalam penambahan jam kerja adalah lamanya waktu yang bekerja seseorang dalam suatu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah.

○ **Penambahan Tenaga Kerja**

Penambahan tenaga kerja dimaksudkan sebagai penambahan jumlah pekerja dalam satu unit pekerja untuk melaksanakan suatu aktifitas tertentu tanpa menambahkan jam kerja. Dalam penambahan jumlah jam kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktifitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi dengan penambahan tenaga pengawasan karena ruang kerja yang kurang akan menurunkan produktivitas kerja.

Cara-cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasanya disebut giliran (*shift*), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan unit pekerja untuk sore sampai malam hari. Pada penelitian ini percepatan yang dilakukan dengan metode pertukaran waktu dan biaya (*Time Cost Trade Off*) dalam batasan masalah hanya memusatkan pada penambahan jam kerja (lembur).

Metode pertukaran waktu dan biaya (*Time Cost Trade Off Method*) memberikan alternatif kepada perencana proyek untuk dapat menyusun perencanaan terbaik sehingga upaya mengoptimalkan waktu dan biaya dalam menyelesaikan suatu proyek, penyelesaian penugasan sumber daya untuk meng-efisiensikan alokasi sumber daya juga diperlukan, sehingga dapat dihasilkan sumber daya yang diinginkan dengan pertambahan biaya yang paling optimum (Buluatie, Nurhadinata. 2013).

Dalam penyusunan sebuah *schedule* proyek konstruksi diharapkan menghasilkan *schedule* yang realistis berdasarkan estimasi yang wajar, Salah satu

cara mempercepat durasi proyek adalah dengan analisa *Time Cost Trade Off*. Dengan mereduksi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek.

Time Cost Trade Off adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Selanjutnya melakukan kompresi dimulai pada lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi terus dilakukan sampai lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh sebelumnya (Erviyanto, Wulfram. 2004).

Menurut Soeharto (1997), berikut ini adalah penguraian prosedur mempersingkat waktu:

- Memperhitungkan waktu penyelesaian proyek dan mengidentifikasi float dengan menggunakan periode normal.
 - Menetapkan biaya normal tiap-tiap aktivitas.
 - Menetapkan biaya dipersingkat tiap-tiap aktivitas.
 - Mengalkulasi *cost slope* tiap-tiap komponen aktivitas.
 - Memperpendek kurun waktu aktivitas, diawali pada kegiatan kritis dengan *cost slope* paling rendah.
 - Jika dalam rangkaian mempersingkat durasi proyek membentuk lintasan kritis baru, maka percepat aktivitas-aktivitas kritis yang memiliki gabungan *cost slope* paling rendah.
 - Melanjutkan memperpendek waktu aktivitas hingga titik proyek dipersingkat.
 - Membuat tabulasi waktu versus biaya, gambarkan dalam grafik dan hubungkan titik normal (waktu dan biaya normal), titik yang terbentuk setiap kali mempersingkat aktivitas sampai dengan Titik Proyek Dipersingkat (TPD).
 - Pada grafik di atas gambarkan kalkulasi dari biaya tidak langsung dari proyek.
 - Untuk mendapatkan biaya total sebelum periode yang diinginkan maka jumlahkan biaya langsung dan biaya tak langsung.
 - Pada grafik biaya total, periksa periode penyelesaian proyek dengan biaya terendah periksa untuk mencapai waktu optimal.
- **Microsoft Project**

Microsoft Project adalah sebuah aplikasi program pengolah lembar kerja untuk manajemen suatu proyek, pencarian data, serta pembuatan grafik. Kegiatan manajemen berupa suatu proses kegiatan yang akan mengubah input menjadi output sesuai tujuannya. Input mencakup unsur-unsur manusia, material, mata uang, mesin/alat dan kegiatan-kegiatan, Seterusnya diproses menjadi suatu hasil yang maksimal untuk mendapatkan informasi yang diinginkan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Dalam proses diperlukan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian.

Beberapa jenis dalam metode manajemen proyek yang dikenal saat ini antara lain adalah *CPM (Critical Path Method)*, *PERT (Program Evaluation Review Technique)*, dan *Gantt Chart*.

Microsoft Project adalah penggabungan dari ketiganya. *Microsoft Project* juga merupakan suatu sistem perencanaan yang dapat membantu dalam menyusun penjadwalan (*scheduling*) suatu proyek atau rangkaian pekerjaan. *Microsoft Project* juga membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap pengguna sumber

daya (*resource*), baik yang berupa sumber daya manusia maupun yang berupa peralatan.

Tujuan penjadwalan dalam *Microsoft Project* adalah:

- Mengetahui durasi kerja proyek.
- Membuat durasi optimums.
- Mengendalikan jadwal yang dibuat.
- Mengalokasikan sumber daya (*resources*) yang digunakan.

METODE

Metode pertukaran waktu dan biaya (*Time Cost Trade Off Method*) memberikan alternatif kepada perencana proyek untuk dapat menyusun perencanaan terbaik sehingga upaya mengoptimalkan waktu dan biaya dalam menyelesaikan suatu proyek, penyelesaian penugasan sumber daya untuk meng-efisiensikan alokasi sumber daya juga diperlukan, sehingga dapat dihasilkan sumber daya yang diinginkan dengan penambahan biaya yang paling optimum (*Buluatie, Nurhadinata. 2013*).

Time Cost Trade Off adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Selanjutnya melakukan kompresi dimulai pada lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi terus dilakukan sampai lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh sebelumnya (*Ervianto, Wulfram. 2004*).

Microsoft Project adalah sebuah aplikasi program pengolah lembar kerja untuk manajemen suatu proyek, pencarian data, serta pembuatan grafik. Kegiatan manajemen berupa suatu proses kegiatan yang akan mengubah input menjadi output sesuai tujuannya. Input mencakup unsur-unsur manusia, material, mata uang, mesin/alat dan kegiatan-kegiatan, Seterusnya diproses menjadi suatu hasil yang maksimal untuk mendapatkan informasi yang diinginkan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Dalam proses diperlukan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian.

$$1) \text{ Produktivitas harian} = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{Durasi normal}}$$

$$2) \text{ Produktivitas per jam} = \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{jam kerja normal}}$$

$$3) \text{ Produktivitas crash} = [1] + (\text{penambahan jam kerja lembur} \times [2] \times 70\%$$

$$4) \text{ Durasi crash lembur \%}) = \frac{\text{volume pekerjaan}}{\text{produktivitas crash}}$$

Sedangkan analisis durasi crash dengan penambahan tenaga kerja dapat digunakan rumus di bawah ini.

$$5) \text{ Indeks tenaga kerja per hari} = \frac{\text{Volume pekerjaan} \times \text{koefisien tenaga kerja}}{\text{Durasi normal}}$$

$$6) \frac{\text{Durasi crash}}{\text{Durasi normal}} = \frac{\text{Volume pekerjaan} \times \text{koefisien tenaga kerja}}{\text{produktifitas tenaga kerja perhari} \times \text{penambahan tenaga kerja}}$$

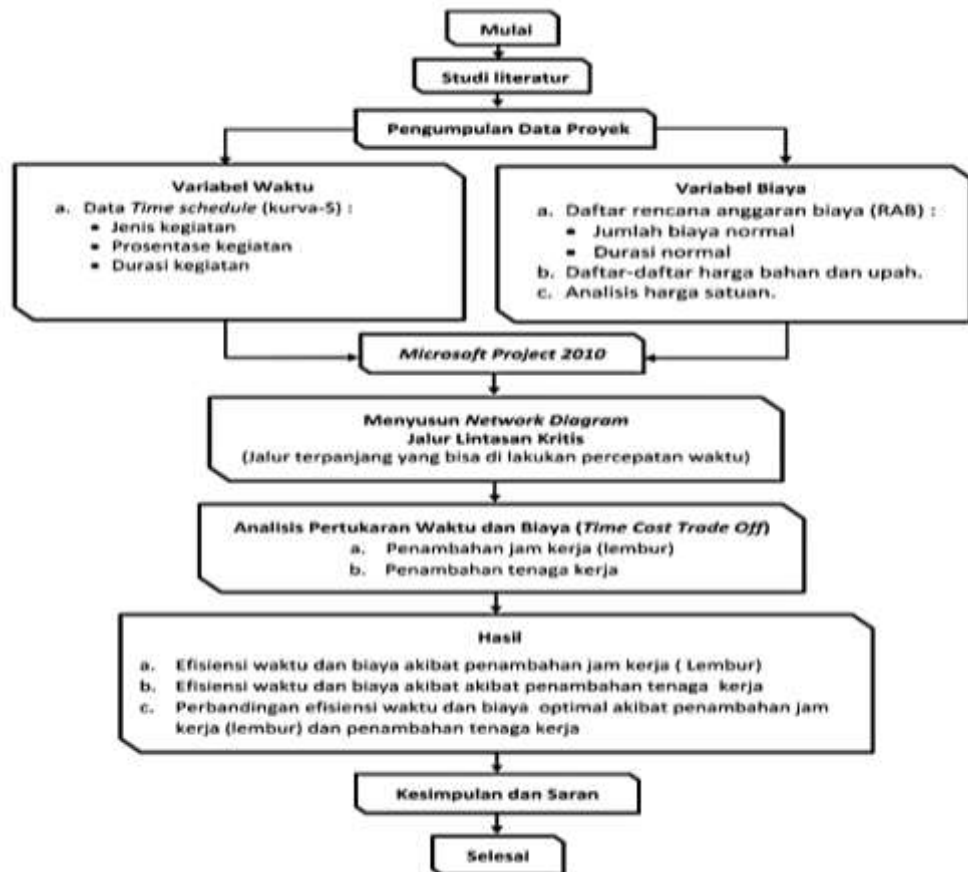
Setelah menghitung crash duration berikutnya yaitu menghitung crash cost dan cost slope dengan perhitungan seperti di bawah ini

7) Total upah lembur = **Durasi crash x perkalian lembur x upah normal per jam**

8) Upah pekerja crash = **Upah x (Indeks pekerja + Penambahan Tenaga Kerja)**

9) Crash cost = **Normal cost x Total upah lembur**

10) Cost slope = $\frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Normal duration} - \text{Crash duration}}$



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis

Berdasarkan hasil analisis *Microsoft Project* untuk penjadwalan proyek tersebut diketahui lintasan kritis dari kegiatan-kegiatan kritis. Daftar kegiatan-kegiatan kritis pada kondisi normal:

1. Pek. Pondasi Poor (P1-16 Bh)
2. Pek. Kolom Pedestal (K1-25 x 25 Cm) 18 Bh
3. Pek. Kolom Utama (K1-25 x 25 Cm) 14 Bh
4. Pek. Sloof Beton (S1-20/30 Cm)
5. Pek. Balok (B1-20/30 Cm)
6. Pek. Plat Lantai Tbl. 12 Cm
7. Pek. Plat Lantai Tangga Tbl.12 Cm

Penerapan Metode Time Cost Trade Off

- **Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)**

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (07.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (17.00-20.00).

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

1. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (jam) dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
2. Memberikan makanan dan minuman sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 jam atau lebih.
3. Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam.
4. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

Tabel 1: Upah Lembur Tenaga Kerja

No	JENIS PEKERJA	UPAH	UPAH
		LEMBUR PERHARI (3 JAM)	LEMBUR PERJAM
1	PEKERJA	Rp. 97.693,75	Rp. 32.564,59
2	TUKANG	Rp. 68.381,25	Rp. 22.793,75
3	KEPALA TUKANG	Rp. 72.756,25	Rp. 24.252,08
4	MANDOR	Rp. 74.593,75	Rp. 24.864,58

Sumber: Olahan Data Peneliti, (2025)

Perhitungan upah lembur untuk *Resource Name* Pekerja sebagai berikut:

Upah Pekerja per hari (*Standart Cost*) = Rp. 142.100.00

Jam Kerja per hari = 8 jam/hari

Biaya per jam = $\frac{\text{Rp.142.100.00}}{8 \text{ jam/hari}}$

= Rp. 17.762,5

Biaya Lembur per hari untuk lembur 3 jam per hari adalah:

= (Rp. 17.762,5 x 1,5) + (2 x (Rp.

17.762,5 x 2)

= Rp. 97.693,75

Lembur per jam = $\left(\frac{\text{Rp } 97.693,75}{3 \text{ jam}}\right)$

= Rp. 32.564,59

Produktivitas kerja lembur untuk 3 jam per hari diperhitungkan sebesar 70% dari produktivitas normal, Penurunan produktifitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, serta keadaan cuaca yang dingin. Untuk kegiatan-kegiatan kritis yang akan dipercepat

durasi percepatan dihitung berdasarkan penambahan jam lembur 3 jam/hari dari durasi normal yang ada.

Durasi yang bisa *dicrash* berdasarkan penambahan 3 jam lembur :

(Volume)

Prod. Perjam x Jam Kerja + Σ Jam Lembur x Penurunan Prod. x Prod Perjam

$$\text{Volume} = 100 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 7 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi normal (jam)} = 7 \times 8$$

$$= 56 \text{ jam}$$

$$\text{Produktivitas jam normal} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}} = \frac{100}{56} = 1,785 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Maksimal crashing} = \frac{100}{(1,785 \times 8) + (3 \times 0,7 \times 1,785)} = 5 \text{ hari}$$

$$\text{Maka maksimal crashing} = 7 \text{ hari} - 5 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$$

Hasil perhitungan pengontrolan durasi *Crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project*:

Tabel 2. Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 3 jam lembur menggunakan *Microsoft Project 2010*.

jenis pekerjaan	Durasi Normal (hari)	Durasi Percepatan (hari)	Biaya Normal (Rp)	Biaya Percepatan (Rp)
Pek. Pembersihan lahan perlengkapan K3 Konsdtruksi	7	5	Rp. 32.147.617,78	Rp. 36.157.086,53
Pek. Pemasangan Bowplank	14	11	Rp. 4.162.500,00	Rp. 12.983.331,25
Pek. Pasangan Batu Belah Pondasi, Mortar Tipe O (2,4 MPa)	7	5	Rp. 2.065.557,43	Rp. 6.075.026,18
Pek. Pasangan Batu Kosong (<i>Aanstamping</i>)	6	4	Rp. 58.871.555,00	Rp. 62.079.130,00
Pek. Pasangan Batu Bata Tempas Duduk, Mortar Tipe N,fc' 5,2 Mpa	6	4	Rp. 10.867.998,63	Rp. 14.075.573,63
Pek. Pasangan Batu Bata Tempas Duduk, Mortar Tipe N,fc' 5,2 Mpa	5	3	Rp. 1.801.730,20	Rp. 4.207.411,45
Pek. Pondasi Poor (P1-16 Bh)	14	11	Rp. 31.698.896,86	Rp. 40.519.728,11
Pek. Pondasi Poor (P2-2 Bh)	6	4	Rp. 2.783.027,13	Rp. 5.990.602,13
Pek. Pondasi Poor (P3-2 Bh)	6	4	Rp. 3.297.969,20	Rp. 6.505.544,20
Pek. Kolom Pedestal (K1-25 x 25 Cm) 18 Bh	16	12	Rp. 20.714.839,35	Rp. 30.337.564,35
Pek. Kolom Pedestal (20 x 115 Cm) 2 Bh	6	4	Rp. 4.160.590,68	Rp. 7.368.165,68

Pek. Kolom Utama (K1-25 x 25 Cm) 14 Bh	13	10	Rp. 69.322.849,48	Rp. 77.341.786,98
Pek. Sloof Beton (S1-20/30 Cm)	6	4	Rp. 31.505.753,64	Rp. 34.713.328,64
Pek. Sloof Beton (S2-12/20 Cm)	6	4	Rp. 1.250.888,26	Rp. 4.458.463,26
Pek. Balok (B1-20/30 Cm)	6	4	Rp. 95.863.608,52	Rp. 99.071.183,52
Pek. Balok (B2-15/30 Cm)	6	4	Rp. 36.473.412,28	Rp. 39.680.987,28
Pek. Balok (B3-15/25 Cm)	6	4	Rp. 17.919.115,27	Rp. 21.126.690,27
Pek. Plat Lantai Tbl. 12 Cm	14	11	Rp. 143.061.113,75	Rp. 151.881.945,00
Pek. Plat Lantai Tangga Tbl.12 Cm	6	4	Rp. 12.092.013,57	Rp. 15.299.588,57

Sumber: *Olahan Data Peneliti, (2025)*

Selanjutnya dari Tabel diatas kita dapat menghitung *Cost Slope* untuk kegiatan-kegiatan kritis yang terjadi seteah penambahan jam lembur, daftar *Cost Slope* untuk semua kegiatan kritis dapa dilihat pada Tabel berikut:

$$Cost\ slope = \frac{Crash\ cost - Normal\ cost}{Normal\ duration - Crash\ duration}$$

Tabel 3. Slope Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur

KODE PEK	NORMAL		CRASHING	PERCEPATAN		SLOPE COST
	DURASI (HARI)	BIAYA		DURASI (HARI)	BIAYA	
G	14	Rp. 31.698.896,86	3	11	Rp. 40.519.728,11	Rp. 2.940.277,08
J	16	Rp. 20.714.839,35	4	12	Rp. 30.337.564,35	Rp. 2.405.681,25
L	13	Rp. 69.322.849,48	3	10	Rp. 77.341.786,98	Rp. 2.672.979,17
M	6	Rp. 31.505.753,64	2	4	Rp. 34.713.328,64	Rp. 1.603.787,50
O	6	Rp. 95.863.608,52	2	4	Rp. 99.071.183,52	Rp. 1.603.787,50
R	14	Rp. 143.061.113,75	3	11	Rp. 151.881.945,00	Rp. 2.940.277,08
S	6	Rp. 12.092.013,57	2	4	Rp. 15.299.588,57	Rp. 1.603.787,50

Sumber: *Olahan Data Peneliti, (2025)*

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan bahwa selisih biaya normal dari masing-masing kegiatan yang telah dilakukan *crashing* dengan biaya penambahan jam lembur tiga jam sebagai berikut:

Tabel 4. Selisih Biaya antara Biaya Percepatan dengan Biaya Normal

KODE PEK	NORMAL		CRASHING	PERCEPATAN		SELISIH BIAYA
	DURASI (HARI)	BIAYA		DURASI (HARI)	BIAYA	
G	14	Rp. 31.698.896,86	3	11	Rp. 40.519.728,11	Rp. 8.820.831,25
J	16	Rp. 20.714.839,35	4	12	Rp. 30.337.564,35	Rp. 9.622.725,00
L	13	Rp. 69.322.849,48	3	10	Rp. 77.341.786,98	Rp. 8.018.937,50
M	6	Rp. 31.505.753,64	2	4	Rp. 34.713.328,64	Rp. 3.207.575,00
O	6	Rp. 95.863.608,52	2	4	Rp. 99.071.183,52	Rp. 3.207.575,00
R	14	Rp. 143.061.113,75	3	11	Rp. 151.881.945,00	Rp. 8.820.831,25
S	6	Rp. 12.092.013,57	2	4	Rp. 15.299.588,57	Rp. 3.207.575,00

Sumber: *Olahan Data Peneliti, (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 dibawah ini:

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\ &= \text{Rp. } 1.787.320.003,47 + \text{Rp. } 8.820.831,25 \\ &= \text{Rp. } 1.796.140.834,72 \\ \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp. } 54.879.320,00 : 196) \times 193 \\ &= \text{Rp. } 54.039.330,41 \\ \text{Biaya Total} &= \text{Rp. } 1.796.140.834,72 - \text{Rp. } 54.039.330,4 \\ &= \text{Rp. } 1.742.101.504,31 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya, perhitungan biaya langsung, biaya tidak langsung dan total biaya:

Tabel 5. Biaya Langsung Jam Lembur

JENIS PEKERJAAN	DURASI (Hari)	BIAYA
	196	Rp. 1.787.320.003,47
Pek. Pondasi Poor (P1-16 Bh)	193	Rp. 1.742.101.504,31
Pek. Kolom Pedestal (K1-25 x 25 Cm) 18 Bh	189	Rp. 1.698.804.885,03
Pek. Kolom Utama (K1-25 x 25 Cm) 14 Bh	186	Rp. 1.654.744.467,83
Pek. Sloof Beton (S1-20/30 Cm)	184	Rp. 1.606.432.681,20
Pek. Balok (B1-20/30 Cm)	182	Rp. 1.558.680.887,63
Pek. Plat Lantai Tbl. 12 Cm	179	Rp. 1.568.341.708,47
Pek. Plat Lantai Tangga Tbl.12 Cm	177	Rp. 1.572.109.276,53

Sumber: Olahan Data Peneliti, (2025)

Tabel 6. Biaya Tidak Langsung Jam Lembur

JENIS PEKERJAAN	DURASI (Hari)	BIAYA
	196	Rp. 54.879.320,00
Pek. Pondasi Poor (P1-16 Bh)	193	Rp. 54.039.330,41
Pek. Kolom Pedestal (K1-25 x 25 Cm) 18 Bh	189	Rp. 52.919.344,29
Pek. Kolom Utama (K1-25 x 25 Cm) 14 Bh	186	Rp. 52.079.354,69
Pek. Sloof Beton (S1-20/30 Cm)	184	Rp. 51.519.361,63

Pek. Balok (B1-20/30 Cm)	182	Rp. 50.959.368,57
Pek. Plat Lantai Tbl. 12 Cm	179	Rp. 50.119.378,98
Pek. Plat Lantai Tangga Tbl.12 Cm	177	Rp. 49.559.385,92

Sumber: Olahan Data Peneliti, (2025)

Tabel 7. Biaya Total Akibat Jam lembur

DURASI HARI	BIAYA LANGSUNG	BIAYA TIDAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
196	Rp. 1.787.320.003,47	Rp. 54.879.320,00	Rp. 1.842.199.323,47
193	Rp. 1.742.101.504,31	Rp. 54.039.330,41	Rp. 1.796.140.834,72
189	Rp. 1.698.804.885,03	Rp. 52.919.344,29	Rp. 1.751.724.229,32
186	Rp. 1.654.744.467,83	Rp. 52.079.354,69	Rp. 1.706.823.822,52
184	Rp. 1.606.432.681,20	Rp. 51.519.361,63	Rp. 1.657.952.042,83
182	Rp. 1.558.680.887,63	Rp. 50.959.368,57	Rp. 1.609.640.256,20
179	Rp. 1.568.341.708,47	Rp. 50.119.378,98	Rp. 1.618.461.087,45
177	Rp. 1.572.109.276,53	Rp. 49.559.385,92	Rp. 1.621.668.662,45

Sumber: Olahan Data Peneliti, (2025)

Berdasarkan Tabel 4.10 diatas diperoleh biaya total proyek dengan durasi atau umur proyek yang efektif yakni pada umur proyek 182 hari kerja dengan total biaya sebesar Rp.1.609.640.256,20 dengan persentase efisiensi waktu dan biaya adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi waktu proyek

Perhitungan pada durasi percepatan 182 hari:

$$Et = \left(\frac{196-182}{196} \right) \times 100\% = 7,14\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Perhitungan pada durasi percepatan 182 hari:

$$Ec = \left(\frac{1.842.199.323,47 - 1.609.640.256,20}{1.842.199.323,47} \right) \times 100\% = 12,62\%$$

Tabel 8. Efisiensi Waktu dan Biaya Akibat Penambahan Jam Lembur

DURASI (HARI)	EFISIENSI WAKTU (%)	EFISIENSI BIAYA (%)
196	0,00	0,00
193	1,53	2,50

189	3,57	4,91
186	5,10	7,35
184	6,12	10,00
182	7,14	12,62
179	8,67	12,15
177	9,69	11,97

Sumber: Olahan Data Peneliti, (2025)

Dari tabel diatas dapat diketahui bahwa efisiensi biaya dan waktu akibat penambahan jam kerja (lembur) adalah pada durasi proyek 182 hari dengan pengurangan durasi sebesar 14 hari dengan efisiensi waktu 7,14% dari seluruh durasi proyek dan efisiensi biaya 12,62% dari total biaya Pekerjaan proyek.

- **Penambahan Tenaga Kerja**

Penambahan tenaga kerja dilakukan dengan cara menghitung ulang kebutuhan tenaga kerja dari masing-masing kegiatan berdasarkan durasi percepatan atau durasi crashing yang akan dilakukan dengan tanpa melakukan penambahan jam kerja per hari.

Perhitungan jumlah tenaga kerja:

$$\text{Jumlah tenaga kerja} = \frac{(\text{koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{durasi normal}}$$

Tabel 9. Slope Biaya Pekerjaan Akibat Penambahan Tenaga Kerja

KODE PEK	DURASI (HARI) NORMAL	BIAYA	CRASHING	DURASI (HARI) PERCEPATAN	BIAYA	SELISIH BIAYA
G	14	Rp. 6.563.050,00	3	11	Rp. 7.425.626,50	Rp. 862.576,50
J	16	Rp. 6.336.405,00	4	12	Rp. 7.921.487,75	Rp. 1.585.082,75
L	13	Rp. 6.324.350,00	3	10	Rp. 8.075.880,00	Rp. 1.751.530,00
M	6	Rp. 3.459.950,00	2	4	Rp. 5.345.344,00	Rp. 1.885.394,00
O	6	Rp. 4.653.450,00	2	4	Rp. 6.806.961,50	Rp. 2.153.511,50
R	14	Rp. 3.468.276,00	3	11	Rp. 5.846.950,00	Rp. 2.378.674,00
S	6	Rp. 3.257.415,00	2	4	Rp. 6.054.912,50	Rp. 2.797.497,50

Sumber: Olahan Data Peneliti, (2025)

Tabel 10. Biaya Langsung Akibat Penambahan Tenaga Kerja

JENIS PEKERJAAN	DURASI (Hari)	BIAYA
		196
Pek. Pondasi Poor (P1-16 Bh)	193	Rp. 1.741.830.769,05
Pek. Kolom Pedestal (K1-25 x 25 Cm) 18 Bh	189	Rp. 1.743.415.851,80
Pek. Kolom Utama (K1-25 x 25 Cm) 14 Bh	186	Rp. 1.745.167.381,80
Pek. Sloof Beton (S1-20/30 Cm)	184	Rp. 1.747.052.775,80
Pek. Balok (B1-20/30 Cm)	182	Rp. 1.749.206.287,30
Pek. Plat Lantai Tbl. 12 Cm	179	Rp. 1.751.584.961,30
Pek. Plat Lantai Tangga Tbl.12 Cm	177	Rp. 1.754.382.458,80

Sumber: Olahan Data Peneliti, (2025)

Tabel 11. Biaya Tidak Langsung Akibat Penambahan Tenaga Kerja

JENIS PEKERJAAN	DURASI (Hari)	BIAYA
		196
Pek. Pondasi Poor (P1-16 Bh)	193	Rp. 52.109.354,32
Pek. Kolom Pedestal (K1-25 x 25 Cm) 18 Bh	189	Rp. 49.450.713,80
Pek. Kolom Utama (K1-25 x 25 Cm) 14 Bh	186	Rp. 46.423.119,07
Pek. Sloof Beton (S1-20/30 Cm)	184	Rp. 43.107.182,00
Pek. Balok (B1-20/30 Cm)	182	Rp. 39.368.293,76
Pek. Plat Lantai Tbl. 12 Cm	179	Rp. 35.551.979,57
Pek. Plat Lantai Tangga Tbl.12 Cm	177	Rp. 34.039.330,41

Sumber: Olahan Data Peneliti, (2025)

Total biaya proyek adalah jumlah dari biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Kedua-duanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek seperti ditunjukkan pada Tabel berikut:

Tabel 12. Perhitungan Biaya Total Akibat Penambahan Tenaga Kerja

DURASI HARI	BIAYA LANGSUNG	BIAYA TIDAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
196	Rp. 1.740.968.192,55	Rp. 54.039.330,41	Rp. 1.795.007.522,96
193	Rp. 1.741.830.769,05	Rp. 52.109.354,32	Rp. 1.793.940.123,37
189	Rp. 1.743.415.851,80	Rp. 49.450.713,80	Rp. 1.792.866.565,60
186	Rp. 1.745.167.381,80	Rp. 46.423.119,07	Rp. 1.791.590.500,87
184	Rp. 1.747.052.775,80	Rp. 43.107.182,00	Rp. 1.790.159.957,80
182	Rp. 1.749.206.287,30	Rp. 39.368.293,76	Rp. 1.788.574.581,06
179	Rp. 1.751.584.961,30	Rp. 35.551.979,57	Rp. 1.787.136.940,87
177	Rp. 1.754.382.458,80	Rp. 54.039.330,41	Rp. 1.808.421.789,21

Sumber: *Olahan Data Peneliti, (2025)*

Berdasarkan Tabel 4.15 diatas diperoleh biaya total proyek dengan durasi atau umur proyek yang efektif yakni pada umur proyek 179 hari kerja dengan total biaya sebesar Rp. 1.787.136.940,87 dengan persentase efisiensi waktu dan biaya adalah sebagai berikut:

Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada durasi percepatan 179 hari:

$$E_t = \left(\frac{196-179}{196} \right) \times 100\% = 8,67\%$$

Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada durasi percepatan 179 hari:

$$E_c = \left(\frac{1.795.007.522,96 - 1.787.136.940,87}{1.795.007.522,96} \right) \times 100\% = 0,44\%$$

Hasil perhitungan efisiensi biaya dan waktu pada setiap durasi crashing dengan penambahan tenaga kerja yang telah dilakukan dapat dilihat pada Tabel berikut:

Tabel 13. Efisiensi Waktu dan Biaya Akibat Penambahan Jam Lembur

DURASI (HARI)	EFISIENSI WAKTU (%)	EFISIENSI BIAYA (%)
196	0,00	0,00
193	1,53	0,05
189	3,57	0,12
186	5,18	0,19
184	6,35	0,27
182	7,53	0,36

179	8,67	0,44
177	8,29	0,75

Sumber: *Olahan Data Peneliti, (2025)*

Dari table diatas dapat disimpulkan bahwa biaya dan waktu efektif akibat penambahan tenaga kerja adalah pada durasi proyek 179 hari dengan pengurangan durasi sebesar 17 hari dengan efisiensi waktu 8,67% dan efisiensi biaya 0,44%.

KESIMPULAN

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Efisiensi Waktu dan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) didapat pada umur proyek (182 hari) kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 1.609.640.256,20 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 14 hari (7,14%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 232.559.067,27 (12,62%).
2. Efisiensi Waktu dan biaya akibat penambahan tenaga kerja didapat pada umur proyek (179 hari) kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 1.787.136.940,87 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 17 hari (8,67%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 7.870.582,09 (0,44%).
3. Pilihan terbaik adalah dengan penambahan jam kerja (lembur), karena menghasilkan efisiensi waktu dan biaya yang paling tinggi dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 14 hari (7,14%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 232.559.067,27 (12,62%).

REFERENSI

- Andrianto, (2011), *Manajemen Proyek Edisi I Revisi*. Yogyakarta: Andi Offset.
- Andy Luqman Hakim, *et all*, (2022). *Optimalisasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Crashing Program pada Proyek Gedung BPJS Tulungagung*.
- Alief Castollani, *et all*, (2020). *Analisis Biaya dan Waktu pada Proyek Apartemen Dengan Metode Earned Value Concept*.
- Ariany, Frederika. (2010). *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi*. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Buluatie, Nurhadinata. (2013). *Optimalisasi biaya dan waktu dengan metode time cost trade off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gorontalo, Gorontalo.
- Badri, Sofwan. (1997), *Dasar-Dasar Network Planning*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Dian Perwitasari, *et all*, (2021). *Analisis Percepatan Waktu Proyek Perumahan Menggunakan Metode PERT dan Fast Track*.
- Dinda Fardila, *et all*. (2020). *Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi dengan Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja*.
- Ervianto, Wulfram I. "*Manajemen Proyek Kontruksi*." (2002).
- Ervianto, Wulfram I. "*Teori-aplikasi manajemen proyek konstruksi*." Yogyakarta: Andi (2004).

- Eko Arif Budianto, *et all*, (2021). Analisis Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Metode *Time Cost Trade Off* pada Proyek Gudang Amunisi.
- Gunawan, Syahrul. (2024), *Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya pada Proyek JDU SPAM Regional Wosuokas Segmen 3 dengan Metode Time Cost Trade Off menggunakan Software Primavera 6.0*.
- Iramutyn, Ermis Vera. (2010). *Optimasi waktu dan biaya dengan metode crash (Studi Kasus Pada Proyek Pemeliharaan Gedung dan Bangunan Rumah Sakit Orthopedi Prof. Dr. R. Soeharso Surakarta)*. Tugas Akhir, Universitas Negeri Solo, Solo.
- Muhammad Fany, Tamzidhillah, *et all*, (2022). Percepatan Pelaksanaan Proyek Menggunakan Metode Cpm Dan Pert (Studi Kasus Proyek Pekerjaan Konstruksi Lanjutan F-Mipa Tower Menara Sains Tahun 2020 Kampus Its).
- Muhammad Eriq Ashari, *et all*, (2023). Analisis Waktu dan Biaya Penyelesaian Proyek Transmisi 150 kV Dengan Pendekatan *Critical Path Method* dan *Time Cost Trade Off*.
- Novitasari, Vien. (2014). *Penambahan jam kerja pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Belitung dengan Time Cost Trade Off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Husen, Abrar, (2009), *Manajemen Proyek (Perencanaan Penjadwalan dan Pengendalian Proyek)*, Penerbit: Andi Yogyakarta.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/Men/VI/2004 *tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur*.
- S. Rahayu, *et all*, (2022). Analisis *Critical Path Method* Dan *Time Cost Trade Off* Dalam Optimasi Waktu Dan Biaya Pengerjaan Proyek Pembangunan Rumah Sakit.
- Syahrul, Gunawan, Handayani, F. S., & Setiono, S. (2024). Analisis Optimasi Waktu dan Biaya pada Proyek JDU SPAM Regional Wosusokas Segmen 3 dengan Metode Time Cost Trade Off menggunakan Software Primavera 6.0. *Sustainable Civil Building Management and Engineering Journal*, 1(2), 8-8.
- Sartika. (2010). *Anailsa Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Variasi Penambahan Jam Kerja (Lembur)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Soemardi, Biemo W., dan Kusumawardani, Rani G., (2010). *Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi*. Konferensi Nasional Teknik Sipil.
- Slamet, Widodo, *et all*, (2023). Optimalisasi Biaya dan Waktu Pekerjaan Perumahan Griya Pekerja Sejahtera.
- Santosa. Budi, (2009). *Manajemen Proyek*, Guna Widya, Surabaya.
- Siswanto. (2007). *Operations Research*, jilid dua. Jakarta: Erlangga. Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Soeharto, Iman. (1999). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Bandung PT. Gelora Aksara Pratama.

Tanjung, Novia. (2013). *Optimasi waktu dan biaya dengan metode crash pada proyek Pekerjaan Struktur Hotel Lorin Triple Moderate Solo*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.