

ANALISIS PERCEPATAN WAKTU PROYEK KONSTRUKSI MENGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF*

(Studi Kasus: Proyek Pembangunan Rumah Susun Seminar Menengah St. Yohanes Paulus II)

**Yohanes Valdiano Kristanto Jeramu, Tjokorda Istri Praganingrum, I Gede Angga Diputera,
Ida Bagus Suryatmaja**

*Universitas Mahasaraswati Denpasar
Email: royalvaldyjeramu@gmail.com*

ABSTRAK: Pada proyek pembangunan Rumah Susun Seminari Menengah St. Yohanes Paulus II ini, mengalami keterlambatan progres. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor antara lain, faktor cuaca, keterlambatan pengangkutan material dan lain-lain. Oleh sebab itu, perlu dilakukan percepatan agar proyek tersebut dapat diselesaikan tepat waktu. Pada penelitian ini metode percepatan yang digunakan yaitu *Time Cost Trade Off*. Metode ini memungkinkan untuk dilakukannya pertukaran waktu terhadap biaya proyek dengan cara menganalisis penambahan biaya proyek yang akan terjadi akibat dilakukannya pengurangan durasi pelaksanaannya, sehingga pada kondisi tertentu proyek akan mencapai kondisi waktu dan biaya yang optimum. Pada metode ini menggunakan dua alternatif untuk mencari waktu dan biaya yang optimum yaitu alternatif penambahan jumlah jam kerja (lembur) dan alternatif penambahan tenaga kerja. Dari kedua alternatif percepatan tersebut didapatkan alternatif yang paling optimum yaitu dengan alternatif penambahan tenaga kerja dengan selisih biaya sebesar Rp 6.437.289,77 dan efisiensi waktu proyek sebanyak 8 hari. Oleh karena itu alternatif percepatan penambahan tenaga kerja optimum dengan durasi percepatan maksimal yang digunakan cukup efisien untuk diterapkan dalam percepatan durasi proyek.

Kata kunci: Percepatan, Waktu, Proyek, *Time Cost Trade Off*.

ABSTRACT : *The construction project of St. John Paul II's Middle Seminary Hall has been delayed. This is due to several factors, among others, weather factors, material transport delays and others. Therefore, acceleration is needed so that the project can be completed on time. In this study, the acceleration method used is Time Cost Trade Off. This method allows to do time exchange for project costs by analyzing the addition of project costs that will occur as a result of reducing the duration of its implementation, so that under certain conditions the project will reach optimal time and cost conditions. In this method, two alternatives are used to find optimal time and cost, namely, an alternative to the increase in the number of working hours and an alternative of the increase of labour force. From the two acceleration alternatives, the most optimum alternative is obtained with the additional labour force alternative with a cost difference of Rp 6.437.289,77 and the efficiency of the project time of 8 days. Therefore, the optimal alternative to accelerate the increased labour force with the maximum accelerating duration used is sufficiently efficient to be applied in accelerated project duration.*

Keywords: *Acceleration, Time, Project, Time Cost Trade Off.*

PENDAHULUAN

Proyek merupakan suatu kegiatan yang dimana dalam pelaksanaannya menggunakan berbagai sumber daya yang tersedia, yang diorganisir agar bisa berhasil dalam mencapai tujuan tertentu. Dalam proyek konstruksi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan atau kegagalan dari suatu proyek adalah biaya dan waktu. Tolak ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari dua hal yaitu keuntungan yang didapat dan ketepatan waktu dalam penyelesaiannya.

Dalam proyek konstruksi tidak dapat dipungkiri berbagai macam permasalahan di dalam pelaksanaan proyek sering dijumpai, salah satunya yaitu bertambahnya waktu pelaksanaan proyek karena mengalami keterlambatan progres pada tahap pelaksanaan,

yang menyebabkan waktu penyelesaian proyek menjadi lebih lama. Oleh karena itu sebagai kontraktor pelaksana ketika hal tersebut terjadi dilapangan maka harus segera mengambil tindakan untuk mengatasinya salah satunya yaitu dengan melakukan percepatan. Selain itu juga percepatan bisa dilakukan untuk mengantisipasi adanya pinalti yang dijatuhkan kepada kontraktor apabila waktu yang ditentukan tidak tercapai.

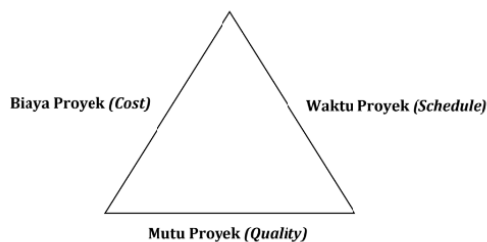
Pada penelitian ini metode percepatan yang digunakan yaitu *Time Cost Trade Off*. Metode ini memungkinkan untuk dilakukannya pertukaran waktu terhadap biaya proyek dengan cara menganalisis penambahan biaya proyek yang akan terjadi akibat dilakukannya pengurangan durasi pelaksanaannya, sehingga pada kondisi tertentu proyek akan mencapai

kondisi waktu dan biaya yang optimum. Artinya adalah mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis sejauh mana waktu dapat dipersingkat dengan penambahan biaya yang minimum terhadap kegiatan yang bisa dipercepat kurun waktu pelaksanaannya sehingga dapat diketahui percepatan yang paling maksimum dan penambahan biaya yang paling minimum

Tujuan dari pelaksanaan penelitian ini adalah untuk menganalisis pelaksanaan proyek guna mengetahui total waktu dan biaya penyelesaian proyek setelah dilakukan percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja dan alternative penambahan tenaga kerja serta untuk memilih alternatif yang memiliki biaya dan waktu yang lebih ekonomis untuk menyelesaikan proyek.

Alat Ukur Keberhasilan Proyek

Imam Soeharto (1995) menjelaskan bahwa pencapaian atas sasaran dari proyek yang telah ditentukan terdapat batasan-batasan dalam suatu proyek, yaitu adanya *triple constraint* atau 3 (tiga) kendala yang terdiri dari:



Gambar 1. Triple Constraint
(Sumber: Imam Soeharto, 1995)

- a. Biaya atau anggaran (*Cost*)
Proyek dikatakan berhasil jika proyek yang dilaksanakan dapat selesai tepat biaya (*on budget*). Proyek harus diselesaikan dengan biaya yang tidak melebihi anggaran. Untuk proyek yang melibatkan dana dalam jumlah besar dan jadwal bertahun-tahun, anggarannya bukan ditentukan untuk total proyek, tetapi dipecah lagi berdasarkan komponennya, atau dalam periode tertentu yang jumlahnya disesuaikan dengan keperluan.
- b. Waktu atau Jadwal (*Schedule*)
Proyek harus dikerjakan sesuai dengan kurun waktu dan tanggal akhir yang telah ditentukan (*on Schedule*). Adanya keterlambatan dalam penyelesaian proyek akan berimplikasi buruk, seperti adanya

denda keterlambatan. Bila hasil akhir adalah produk baru, maka penyerahannya tidak boleh melewati batas waktu yang telah ditentukan.

c. Mutu (*quality*)

Produk atau hasil kegiatan proyek harus memenuhi spesifikasi dan kriteria yang dipersyaratkan (*on specification*). Sebagai contoh, apabila hasil kegiatan proyek tersebut berupa instalasi pabrik, maka kriteria yang harus dipenuhi adalah pabrik yang dibangun harus mampu beroperasi secara memuaskan dalam kurun waktu yang telah ditentukan. Dengan demikian, dianggap memenuhi persyaratan mutu berarti mampu memenuhi tugas yang dimaksudkan.

Alternatif Percepatan

Pada penelitian ini alternatif yang digunakan untuk melakukan percepatan penyelesaian proyek adalah dengan menggunakan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan jumlah pekerja.

1. Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur).

Untuk pemberian upah lembur sesuai dengan PP No. 35 Tahun 2021 menyatakan Perusahaan yang mempekerjakan Pekerja/Buruh melebihi waktu kerja sebagaimana dimaksud dalam Pasal 31 ayat (1) wajib membayar Upah Kerja Lembur dengan ketentuan:

- Untuk jam kerja lembur pertama sebesar 1,5 (satu koma lima) kali Upah sejam
- Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya, sebesar 2 (dua) kali Upah sejam.

a) Menghitung *Crash Duration*

$$\begin{aligned} &\text{Produktivitas Harian} \\ &= \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} \end{aligned} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} &\text{Produktivitas per jam} \\ &= \frac{\text{produktivitas harian}}{\text{jam kerja perhari}} \end{aligned} \quad (2)$$

$$\begin{aligned} &\text{Produktivitas harian setelah crash} \\ &= (c) + (a \times b \times d) \end{aligned} \quad (3)$$

Ket.

a = Penambahan jam kerja (lembur)

b = Produktivitas per jam

c = Produktivitas harian

d = Koefisien penurunan produktivitas setelah penambahan jam kerja (lembur)

(produktivitas kerja lembur menyumbang 75% dari produktivitas normal)

Rumus :

$$\text{Crash Duration} = \frac{\text{volume}}{\text{produktivitas harian setelah crash}} \quad (4)$$

b) Menghitung nilai *Crash Cost*

Rumus :

Crash cost

$$= (\text{upah per jam} \times 1,5) + (\text{upah per jam} \times 2 \times 2) \quad (5)$$

Ket.

1,5 = upah per jam pada jam pertama

2 = upah per jam pada jam ke-2 dan ke-3

c) Menghitung *Cost Slope*

Rumus :

Cost Slope

$$= \frac{\text{biaya percepatan} - \text{biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{crash duration}} \quad (6)$$

2. Penambahan Tenaga Kerja

Menurut Anggraeni, Hartono dan Sugiyarto (2017) penambahan tenaga kerja dapat membuat sebuah proyek lebih efisien tetapi dengan perencanaan yang realistis dan memperhitungkan beberapa faktor seperti kapasitas tempat kerja, kesulitan dan fleksibilitas pekerjaan, pengawasan tenaga kerja dan keselamatan tenaga kerja. Perhitungan tenaga kerja tambahan dapat menggunakan rumus berikut.

1. Jumlah tenaga kerja normal

$$= \frac{\text{koefisien pekerja} \times \text{volume}}{\text{durasi normal}} \quad (7)$$

2. Jumlah tenaga kerja percepatan

$$= \frac{\text{koefisien pekerja} \times \text{volume}}{\text{durasi percepatan}} \quad (8)$$

Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya (*Time Cost Trade Off*)

Time Cost Trade Off (TCTO) adalah metode analisis yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek dengan cara kompresi jadwal untuk mendapatkan proyek yang lebih menguntungkan dari segi waktu (durasi) dan biaya (Florensia, 2016). Tujuannya adalah untuk mendapatkan proyek dengan durasi yang dapat diterima dan meminimalisasi biaya total proyek. Pengurangan durasi proyek dilakukan dengan memilih aktivitas yang berada pada lintasan kritis.

Menurut Ervianto (2004) pengertian *Time Cost Trade Off Analysis* adalah suatu proses yang di sengaja, sistematis dan analitis dengan

cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada lintasan kritis. Selanjutnya melakukan kompresi dimulai dari lintasan kritis yang mempunyai nilai *cost slope* terendah. Kompresi terus dilakukan sampai lintasan kritis mempunyai aktivitas-aktivitas yang telah jenuh seluruhnya (tidak mungkin dikompresi lagi)

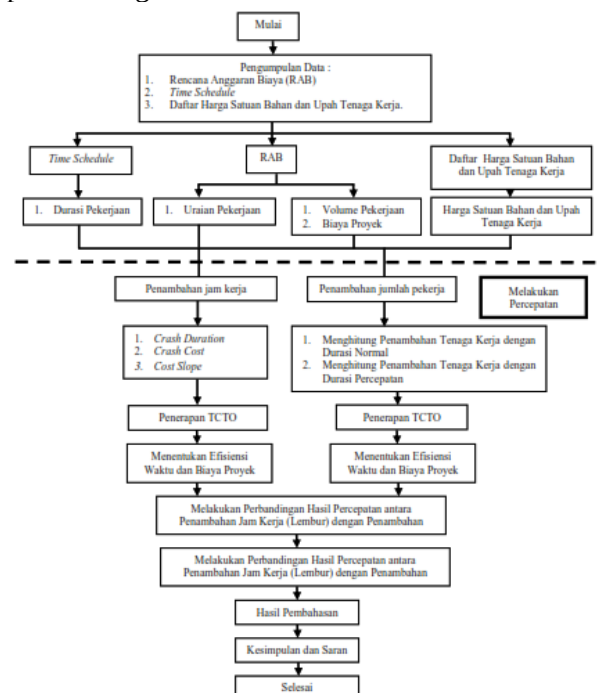
METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini membahas tentang percepatan untuk mendapatkan waktu dan biaya yang optimal, hubungan antara waktu dan biaya optimum agar pekerjaan dapat terlaksana tepat waktu atau lebih cepat dengan biaya yang optimum dengan menggunakan metode percepatan *Time Cost Trade Off Analysis*.

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini berupa:

- Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- Time schedule* proyek
- Analisis harga satuan

Tahapan-tahapan pelaksanaan dalam penelitian ini dirumuskan dan digambarkan pada kerangka analisis Gambar 2. berikut.



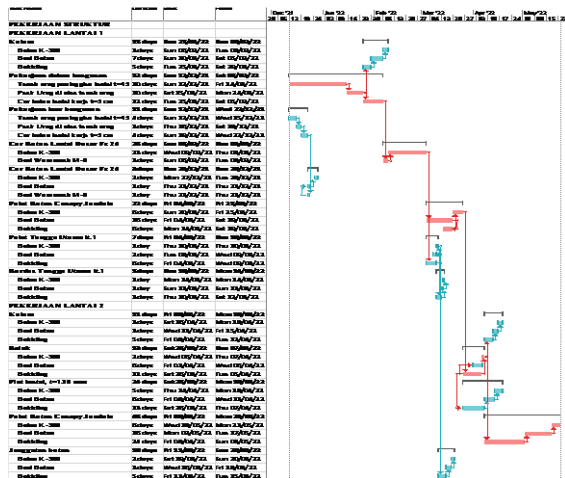
Gambar 2. Kerangka analisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Menyusun Network Diagram

Pengelompokkan pekerjaan dibuat berdasarkan pekerjaan yang menjadi tinjau pada penelitian ini yaitu pekerjaan struktur lantai 1 dan lantai 2 pada *schedule* proyek

dan RAB. Sedangkan untuk menentukan keterkaitan antar aktifitas, penyusunan logika menggunakan schedule proyek yang ada. Misalnya, untuk pekerjaan balok harus menunggu pekerjaan kolom selesai terlebih dahulu lalu pekerjaan balok dapat dimulai. Hubungan antara aktivitas dan durasi pada proyek yang ditinjau. Setelah diketahui hubungan ketergantungan antar kegiatan dan durasi tiap kegiatan maka dapat disusun jaringan kerja dengan bantuan *software Ms. Office Project* untuk melakukan perhitungan maju dan mundur. Program ini dapat membantu mempercepat dalam proses pembuatan jaringan kerja.



Gambar 3. Lintasan Kritis

Tabel 1. Lintasan Kritis

No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Predecessor
Pekerjaan Struktur Lantai 1			
1	Pekerjaan dalam bangunan		
a	Tanah urug peninggian lantai t=45 cm (+ pematatan CBR 5%)	23	-
b	Pasir Urug di atas tanah urug t=10 cm	12	8FS
c	Cor beton lantai kerja t=5 cm	10	9FS
2	Cor Beton Lantai Dasar Fc 26 Mpa t=10 cm (dalam bang)		
a	Beton K-300	20	17FS
b	Besi Weremesh M-8	2	10FS
3	Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm		
a	Beton K-300	5	25FS
b	Besi Beton	15	16FS

c	Bekisting	1	24FS
Lanjutan Tabel 1. Lintasan Kritis			
No	Uraian Pekerjaan	Durasi (Hari)	Predecessor
Pekerjaan Struktur Lantai 2			
4	Balok		
a	Beton K-300	5	42FS
b	Bekisting	11	23FS
5	Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm		
a	Beton K-300	5	49FS
b	Besi Beton	15	50FS
c	Bekisting	16	40FS

2. Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)

a) Menentukan *Crash Duration*

Untuk penambahan jam kerja (lembur) ini diperhitungkan produktivitas para pekerja lembur mengalami penurunan produktivitas normal. Penurunan indeks produktivitas karena kerja lembur dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2 Penurunan Indeks Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja
1 Jam	0,1	90
2 Jam	0,2	80
3 Jam	0,3	70
4 Jam	0,4	60

(Sumber: Imam Sholeharto, 1995)

Tabel 3. *Crash duration* lembur 3 jam

No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Crash Duration	Crashing
Pekerjaan Struktur Lantai 1				
1	Pekerjaan dalam bangunan			
a	Tanah urug peninggian lantai t=45 cm + pematatan CBR 5%	23	18,699	5
b	Pasir Urug di atas tanah urug t=10 cm	12	8,824	4
c	Cor beton lantai kerja t=5 cm	10	7,692	3
2	Cor Beton Lantai Dasar Fc 26 Mpa t=10 cm (dalam bang)			
a	Beton K-300	20	15,385	5
b	Besi Weremesh M-8	2	1,667	1
3	Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm			
a	Beton K-300	5	3,846	2

b	Besi Beton	15	11,538	4
---	------------	----	--------	---

Lanjutan Tabel 3. *Crash duration* lembur 3 jam

No	Uraian Pekerjaan	Durasi	<i>Crash Duration</i>	<i>Crashing</i>
c	Bekisting	1	0,952	1
Pekerjaan Struktur Lantai 2				
4	Balok			
a	Beton K-300	5	3,846	2
b	Bekisting	11	3,548	8
5	Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm			
a	Beton K-300	5	4,000	1
b	Besi Beton	15	11,538	4
c	Bekisting	16	12,308	4

b) Menentukan *Crash Cost*

Crash Cost adalah biaya langsung yang dikeluarkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan akibat adanya percepatan waktu.

Tabel 4. *Crash Cost*

No	Uraian Pekerjaan	Biaya Normal	Total Biaya Lembur	Biaya Percepatan
Pekerjaan Struktur Lantai 1				
1	Pekerjaan dalam bangunan			
a	Tanah urug peninggian lantai t=45 cm + pemadatan CBR 5%	Rp42.007.410	Rp2.544.927	Rp44.552.337
b	Pasir Urug di atas tanah urug t=10 cm	Rp7.865.550	Rp1.042.799	Rp8.908.349
c	Cor beton lantai kerja t=5 cm	Rp19.414.395	Rp1.383.571	Rp20.797.966
2	Cor Beton Lantai Dasar Fc 26 Mpa t=10 cm (dalam bang)			
a	Beton K-300	Rp55.078.001	Rp2.305.952	Rp57.383.953
b	Besi Weremesh M-8	Rp60.663.735	Rp404.084	Rp61.067.819
3	Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm			
a	Beton K-300	Rp10.022.271	Rp922.381	Rp10.944.652
b	Besi Beton	Rp67.550.196	Rp1.616.339	Rp69.166.535
c	Bekisting	Rp23.557.716	Rp466.156	Rp24.023.872
Pekerjaan Struktur Lantai 2				
4	Balok			
a	Beton K-300	Rp6.932.273	Rp798.238	Rp7.730.511
c	Bekisting	Rp7.503.120	Rp4.195.406	Rp11.698.526
5	Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm			
a	Beton K-300	Rp10.127.428	Rp461.190	Rp10.588.618
b	Besi Beton	Rp68.262.675	Rp1.616.339	Rp69.879.014
c	Bekisting	Rp23.812.785	Rp2.112.910	Rp25.925.695

c) Menentukan *Cost Slope*

Cost slope adalah perbandingan antara biaya tambahan dan waktu penyelesaian proyek yang dipercepat. Bertambahnya biaya akan berbanding lurus dengan nilai *crash cost*, semakin besar *crash cost*-nya maka semakin besar juga nilai *cost slope*-nya dan begitupun sebaliknya. Berikut ini adalah Tabel. 5 *cost slope* yang diurutkan mulai dari pekerjaan yang mempunyai nilai *cost slope* terendah sampai ke pekerjaan yang nilai *cost slope* terbesar.

Tabel 5. *Cost Slope*

No	Uraian Pekerjaan	<i>Cost Slope/Hari</i>
1	Pasir Urug di atas tanah urug t=10 cm (dalam bangunan) pekerjaan dalam bangunan lantai 1	Rp328.288,801
2	Beton K-300 Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm lantai 2	Rp461.190,590
3	Besi Beton Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm lantai 1	Rp466.942,574
4	Besi Beton Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm lantai 2	Rp466.942,574
5	Beton K-300 Cor Beton Lantai Dasar Fc 26 Mpa t=10 cm (dalam bang)	Rp499.623,139
6	Bekisting pekerjaan balok lantai 2	Rp563.019,971
7	Bekisting Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm lantai 2	Rp572.246,697
8	Tanah urug peninggian lantai t=45 cm (dalam bang.)+ pemadatan CBR 5% pekerjaan dalam bangunan	Rp591.731,760
9	Cor beton lantai kerja t=5 cm (dalam bangunan) pekerjaan dalam bangunan lantai 1	Rp599.547,767
10	Beton K-300 pekerjaan balok lantai 2	Rp691.806,596
11	Beton K-300 Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm lantai 1	Rp799.397,023
12	Besi Weremesh M-8 Cor Beton Lantai Dasar Fc 26 Mpa t=10 cm (dalam bang) lantai 1	Rp1.212.254,760
13	Bekisting Pekerjaan Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm lantai 1	Rp9.789.282,720

d) *Time Cost Trade Off* Untuk Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Analisis ini dilakukan dengan cara kompresi (penekanan) pada beberapa aktivitas yang berada ada lintasan kritis. Penekanan

(kompresi) durasi proyek dilakukan pada item pekerjaan bekisting balok lantai 2.

Tahap normal

Durasi normal = 112 hari
Biaya langsung = Rp 1.863.178.407,21
Biaya tak langsung = Rp 230.280.477,30
Total biaya = Biaya langsung +
Biaya tak langsung
= (Rp1.863.178.407,21 +
Rp 230.280.477,30)
= Rp 2.093.458.884,51

Tahap kompresi dengan crashing

Cost slope/hari = Rp563.019,971
Durasi normal = 11 hari
Durasi Percepatan = 3,548 hari
Total percepatan = 11 – 3,548
= 7,452 ≈ 8 hari
Total durasi proyek = 112 – 8 = 104 hari
Tambahan biaya = Rp563.019,971 x 8
= Rp 4.504.159,768
Biaya langsung = Biaya langsung +
Tambahan biaya
= Rp 1.863.178.407,21 +
Rp 4.504.159,768
= Rp 1.867.682.566,978
Biaya tak langsung = (Biaya tak langsung /
durasi normal) x total
durasi proyek
= (Rp230.280.477,30
/112) x 104
= Rp 213.831.871,778
Total biaya = Rp 1.864.491.562,414 +
Rp 213.831.871,778
= Rp 2.078.323.434,19

e. Perhitungan Efisiensi Waktu Dan Biaya

Efisiensi waktu = ((durasi normal-durasi
percepatan)/durasi normal) x
100%
= ((112-104) / 112) x 100%
= 7,14%

Efisiensi biaya = ((Total biaya normal – Total
biaya percepatan) /Total
biaya normal) x 100%
= ((Rp 2.093.458.884,51 - Rp
2.078.323.434,19) / Rp
2.093.458.884,51) x 100%
= 0,72%

3. Alternatif Penambahan Tenaga Kerja

a. Durasi Normal

Hasil perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja untuk penambahan tenaga kerja normal bisa dilihat pada Tabel. 6 berikut.

Tabel. 6 Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Normal

No	Uraian Pekerjaan	Total Upah Pekerja
Pekerjaan Struktur Lantai 1		
1 Pekerjaan dalam bangunan		
a	Tanah urug peninggian lantai t=45 cm + pemadatan CBR 5%	Rp16.716.400,00
	Pasir Urug di atas tanah	Rp3.033.600,00
b	urug t=10 cm	
c	Cor beton lantai kerja t=5 cm	Rp6.659.700,00
2 Cor Beton Lantai Dasar Fc 26 Mpa t=10 cm (dalam bang)		
a	Beton K-300	Rp11.739.400,00
b	Besi Weremesh M-8	Rp1.357.220,00
3 Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm		
a	Beton K-300	Rp3.329.850,00
b	Besi Beton	Rp7.714.350,00
c	Besi Weremesh M-8	Rp349.970,00
Pekerjaan Struktur Lantai 2		
4 Balok		
a	Beton K-300	Rp2.539.850,00
b	Bekisting	Rp3.085.740,00
5 Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm		
a	Beton K-300	Rp3.329.850,00
b	Besi Beton	Rp10.179.150,00
c	Bekisting	Rp10.756.640,00

b. Durasi Percepatan

Hasil perhitungan jumlah dan upah tenaga kerja untuk penambahan tenaga kerja dengan durasi percepatan bisa dilihat pada Tabel. 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Percepatan

No	Uraian Pekerjaan	Total Upah Pekerja
Pekerjaan Struktur Lantai 1		
1 Pekerjaan dalam bangunan		
a	Tanah urug peninggian lantai t=45 cm + pemadatan CBR 5%	Rp15.926.400,00
	Pasir Urug di atas tanah	Rp2.654.400,00
b	urug t=10 cm	
c	Cor beton lantai kerja t=5 cm	Rp5.214.790,00
2 Cor Beton Lantai Dasar Fc 26 Mpa t=10 cm (dalam bang)		
a	Beton K-300	Rp11.174.550,00
b	Besi Weremesh M-8	Rp1.007.250,00
4 Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm		

Tabel 7. Hasil Perhitungan Jumlah dan Upah Pekerja dengan Durasi Percepatan

No	Uraian Pekerjaan	Total Upah Pekerja
a	Beton K-300	Rp2.471.910,00
b	Besi Beton	Rp7.464.710,00
c	Besi Weremesh M-8	Rp349.970,00
Pekerjaan Struktur Lantai 2		
4 Balok		
a	Beton K-300	Rp1.997.910,00
b	Bekisting	Rp4.593.060,00
5 Pelat Beton Canopy Jendela t=10 cm		
a	Beton K-300	Rp2.979.880,00
b	Besi Beton	Rp7.464.710,00
c	Bekisting	Rp10.987.320,00

c. *Time Cost Trade Off* Untuk Penambahan Tenaga Kerja

Penerapan tahapan perhitungan metode TCTO pada penambahan tenaga kerja ini sama dengan tahapan perhitungan pada alternatif penambahan jam kerja (lembur).

Berikut adalah perhitungan kompresi (penekanan) dengan durasi percepatan maksimal pada pekerjaan bekisting pada pekerjaan balok lantai 2.

Tahap normal

Durasi normal = 112 hari
 Biaya langsung = Rp 1.863.178.407,21
 Biaya tak langsung = Rp 230.280.477,30
 Total biaya = Biaya langsung + Biaya tak langsung
 = (Rp1.863.178.407,21 + Rp 230.280.477,30)
 = Rp 2.093.458.884,51

Tahap kompresi dengan crashing

Selisih biaya = - Rp1.933.130,00
 Durasi normal = 11 hari
 Durasi Percepatan = 3,548 hari
 Total percepatan = Durasi normal – *Crash duration*
 = 11 – 3,548
 = 7,452 ≈ 8 hari
 Total durasi proyek = 112 – 8 = 104 hari
 Biaya langsung = Biaya langsung + Selisih biaya
 = Rp 1.863.178.407,21 + - Rp1.933.130,00
 = Rp 1.861.245.277,21
 Biaya tak langsung = (Biaya tak langsung/ durasi normal proyek) x Total durasi proyek

= (Rp 230.280.477,30/112) x 104
 = Rp 213.831.871,78
 = Biaya langsung + Biaya tak langsung
 = Rp 1.861.245.277,21 + Rp 213.831.871,78
 = Rp 2.075.077.148,99

d. Perhitungan Efisiensi Waktu Dan Biaya

Efisiensi waktu = ((durasi normal-durasi percepatan)/durasi normal) x 100%
 = ((112-104) / 112) x 100%
 = 7,14%

Efisiensi biaya = ((Total biaya normal – Total biaya percepatan) / Total biaya normal) x 100%
 = ((Rp 2.093.458.884,51 – Rp 2.075.077.148,99) / Rp 2.093.458.884,51) x 100%
 = 0,87%

4. Melakukan Perbandingan Alternatif

Tabel 8. Perbandingan Alternatif

Alternatif Percepatan	Durasi Proyek (Hari)	Biaya Total	Efisiensi Waktu	Efisiensi Biaya
	112	Rp2.093.458.884,51		
Penambahan Jam Kerja (Lembur)	104	Rp2.078.323.434,19	7,14%	0,72%
Penambahan Tenaga Kerja	104	Rp2.075.077.148,99	7,14%	0,87%

Berdasarkan Tabel 8 di atas diperoleh hasil waktu dan biaya optimal akibat penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja. Pada alternatif penambahan jam kerja (lembur) didapatkan total durasi 104 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 2.078.323.434,19 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 8 hari (7,14%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp 15.135.450,32 (0,72%) dan pada alternatif penambahan tenaga kerja didapatkan total durasi 104 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 2.075.077.148,99 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 8 hari (7,14%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp 18.381.735,52 (0,87%).

KESIMPULAN

1. Durasi optimum proyek setelah dilakukan percepatan dengan metode time cost trade off dan dilakukan perbandingan alternatif percepatan antara penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan tenaga kerja maka didapatkan durasi optimum pada alternatif penambahan tenaga kerja yaitu 104 hari kerja.
2. Biaya optimum proyek setelah dilakukan percepatan dengan metode time cost trade off dan dilakukan perbandingan alternatif percepatan antara penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan tenaga kerja maka didapatkan biaya optimum pada alternatif penambahan tenaga kerja yaitu sebesar Rp 2.075.077.148,99.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, E.r., Hartono, W., & Sugiyarto, S. 2017. *Analisa Percepatan Proyek Menggunakan Metode Crashing Dengan Penambahan Tenaga Kerja Dan Shift Kerja* (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Hotel Grand Keisha), Yogyakarta.
- Ervianto, W. I. 2004. *Teori Aplikasi Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- Florensia, M. A. 2016. *Analisis Time Cost Trade Off Untuk Mengejar Keterlambatan Proyek*. Jurnal Imiah Teknik Sipil
- Soeharto, Imam. 1995. *Manajemen Proyek. Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta.