

## PERCEPATAN WAKTU DAN BIAYA BANGUNAN GEDUNG DENGAN MENGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF (TCO)

Sela Mardiana<sup>1\*</sup>, Dafid Irawan<sup>2</sup>, M. Cakrawala<sup>3</sup>, Aji Suraji<sup>4</sup>

<sup>1</sup>CV. Arwana konsultan Jawa Timur

<sup>2,3,4</sup>Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Widyagama Malang

\*Email Korespondensi: [sela.mardiana27@gmail.com](mailto:sela.mardiana27@gmail.com)

### ABSTRAK

Suatu proyek dikatakan berhasil apabila dalam mencapai mutu, biaya dan waktu dalam penyelesaian proyek. Namun kondisi di lapangan tidak dapat diprediksi sehingga bisa menimbulkan keterlambatan. Karena itu untuk mengurangi keterlambatan bisa dilakukan percepatan dengan menggunakan metode *time cost trade off*. Metode ini bisa dilakukan dengan banyak cara guna mencari percepatan dan biaya optimum. Schedule menggunakan Microsoft Project 2016 yang kemudian dilakukan identifikasi pekerjaan yang berada pada jalur kritis. Jalur kritis ini yang akan dilakukan percepatan sehingga menghasilkan durasi yang lebih singkat. Percepatan ini dilakukan dengan penambahan jam kerja (lembur). Setelah dilakukan analisa pada penambahan jam kerja 1 jam proyek dapat diselesaikan dengan durasi 84 hari dan total biaya Rp.2.744.929.563. Pada penambahan jam kerja 2 jam durasi menjadi 79 hari dan total biaya menjadi Rp. 2.771.984.255. Pada penambahan jam kerja 3 dan 4 jam menghasilkan durasi 75 hari dan biaya untuk penambahan jam kerja 3 jam sebesar Rp. 2.788.400.122. Sedangkan pada penambahan jam kerja 4 jam biaya menjadi Rp. 2.822.954.502. Untuk perbandingan biaya terhadap denda dan suku bunga bank maka pada penambahan jam kerja 1 jam paling rendah ketika percepatan dengan biaya Rp. 11.219.563 dan pada penambahan jam kerja selanjutnya biaya paling rendah pada suku bunga bank sebesar Rp. 17.085.688

**Kata kunci :** Percepatan, Metode Time Cost Trade Off dan Perbandingan Biaya.

### ABSTRACT

*A project is said to be successful if achieves quality, cost and time in project completion. However, conditions in the field cannot be predicted so that delays can occur. Therefore, to slow down the delay, it can be accelerated by using the time cost trade off method. This method can be done in many ways to find the optimal acceleration and cost. The schedule using Microsoft Project 2016 which is then carried out is a work that is on a critical path. This critical path will be carried out faster, resulting in a shorter duration. This acceleration is done by adding working hours (overtime). After analyzing the additional working hours of 1 hour the project can be completed with a duration of 84 days and a total cost of Rp.2,744,929,563. In the addition of 2 hours of working hours, the duration becomes 79 days and the total becomes Rp. 2,771,984,255. The addition of 3 and 4 hours of work produces a duration of 75 days and the cost for additional 3 hours of work is Rp. 2,788,400,122. Meanwhile, for the additional 4 hours of work, the cost becomes Rp. 2,822,954,502. For comparison of costs with fines and bank interest rates, the lowest additional working hours is when the acceleration costs Rp. 11,219,563 and in the next additional working hours the lowest cost is at the bank interest rate of Rp. 17.085.688*

**Keywords :** Shorten, Time Cost Trade Off Method and Comparison of Cost.

## 1. PENDAHULUAN

Tolak ukur suatu proyek konstruksi berhasil apabila waktu penyelesaian sesuai dengan jangka waktu yang sudah ditentukan, biaya yang minimal dan tanpa mengesampingkan mutu dalam pembangunan [1]. Dalam perencanaan waktu pelaksanaan suatu proyek konstruksi tentu sudah diperhitungkan. Namun ada beberapa hal yang tidak bisa kita prediksi ketika di lapangan. Hal-hal yang tidak dapat diprediksi tersebut seperti perubahan desain, perbedaan jadwal rencana dan realisasi serta faktor cuaca. Hal tersebut maka dapat menimbulkan keterlambatan penyelesaian proyek konstruksi. Untuk mengurangi peluang keterlambatan proyek maka diperlukan percepatan (*crashing*) dalam penyelesaian proyek konstruksi tersebut. Percepatan tersebut dapat digunakan untuk menghindari atau mengurangi keterlambatan dengan sisa waktu yang dimiliki dalam penyelesaian suatu proyek. Metode yang digunakan dalam melakukan percepatan ini dengan menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)*, metode ini disebut juga metode pertukaran waktu terhadap biaya. Metode ini sama dengan melakukan penjadwalan dengan kondisi waktu dan biaya yang terbaik dan efisien.

Proyek pembangunan Paviliun RSUD Tongas Probolinggo ini memiliki durasi yang cukup singkat dikarenakan mendesaknya kebutuhan penambahan gedung baru. Serta durasi yang cukup singkat ini memerlukan perhatian lebih agar dapat meminimalisir penyimpangan sehingga tidak sampai mengalami keterlambatan. Penelitian ini membahas percepatan dengan menggunakan Analisa *Time Cost Trade Off (TCTO)* yang merupakan salah satu cara yang digunakan dalam penyelesaian masalah apabila suatu proyek mengalami keterlambatan maupun untuk mempercepat durasi penyelesaian [2]. Dengan menggunakan metode percepatan (*crashing*) penambahan jam kerja (lembur) dan membandingkan penambahan jam 1-4 jam. Pada penelitian ini menggunakan penambahan jam kerja dikarenakan pertimbangan terbatasnya jumlah sumber daya manusia yang ada sehingga penelitian ini berfokus pada penambahan jam kerja yang membandingkan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam dan 4 jam kerja. Beberapa tujuan dari penelitian ini adalah dapat mengetahui pengoptimalan percepatan proyek tersebut dan durasi setelah dilakukan percepatan. Mengetahui anggaran biaya yang dihasilkan setelah melakukan percepatan pada proyek Paviliun RSUD Tongas. Dapat mengetahui perbandingan selisih biaya apabila dilakukan percepatan dan keterlambatan apabila durasi keterlambatan di asumsikan sama dengan durasi percepatannya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Proyek dan Manajemen Proyek

Proyek merupakan gabungan dari sumber-sumber daya seperti manusia, material, peralatan dan modal/biaya yang dihimpun dalam suatu wadah organisasi sementara untuk mencapai sasaran dan tujuan [3]. Manajemen proyek pada dasarnya mencakup suatu metode/teknik atau proses untuk mencapai suatu tujuan tertentu secara sistematis dan efektif, melalui tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*) dan pengendalian (*controlling*) dengan memanfaatkan sumber daya yang tersedia secara efisien [4].

### 2.2. Jaringan Kerja

Menurut [5] Jaringan Kerja (*Network Planning*) pada prinsipnya merupakan hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambarkan dalam diagram Network, sehingga diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan dan pekerjaan mana yang harus menunggu.

### 2.3. Metode Penjadwalan Proyek

Beberapa metode dalam penjadwalan proyek yang digunakan untuk mengolah sumber daya dan waktu proyek. Pada masing-masing metode tentu ada kelebihan dan kekurangan. Kinerja waktu tentu akan sangat berdampak pada biaya proyek. Dalam mempertimbangkan penjadwalan proyek tentu didasarkan pada kebutuhan dan hasil yang ingin dicapai [3].

Diantaranya ada bagan balok dan kurva S. Bagan balok terdiri dari sumbu x yang menyatakan satuan waktu (hari, minggu, atau bulan) dan sumbu y menyatakan kegiatan atau pekerjaan. Kurva S ini menampilkan kemajuan proyek dengan berdasarkan kegiatan, kemajuan waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentasi kumulatif dari seluruh kegiatan proyek [6]

#### 2.4. Microsoft Project

Microsoft Project merupakan sebuah aplikasi yang dimana digunakan untuk mengelola suatu proyek. Microsoft Project ini digunakan untuk penjadwalan dalam suatu rangkaian pekerjaan. Microsoft Project sendiri dapat melakukan pencatatan sumber daya manusia maupun peralatan. Serta pada aplikasi Microsoft Project ini dapat dilihat jalur kritis dari proyek tersebut dengan bagian bar chart berwarna merah. Sedangkan menurut [7], Microsoft Project merupakan sebuah sistem perencanaan yang dapat digunakan dalam menyusun penjadwalan suatu proyek atau rangkain pekerjaan. Tujuan yang diharapkan dari sistem ini yaitu penggunaan Systems Project manajemen yang efektif dan seragam, dapat menghilangkan duplikasi informasi dan data entri [8].

#### 2.5. Mempercepat Waktu Penyelesaian Proyek

Mempercepat waktu penyelesaian proyek merupakan suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal atau juga mengejar target pembangunan agar waktu penyelesaian proyek sesuai dengan rencana awal. Dalam suatu keadaan tertentu antara umur perkiraan proyek dengan umur rencana proyek ada perbedaan[1].

#### 2.6. Biaya Proyek

Dalam suatu proyek memerlukan berbagai jenis sumber daya diantaranya tenaga kerja (*man*), material, metode (*method*) dan peralatan (*machine*) atau biasa di sebut 4M [9]. Kebutuhan sumber daya di atas tentu berhubungan dengan keuangan. Biasanya dalam proyek terdapat biaya yang digunakan disebut biaya total. Biaya proyek pada proyek konstruksi dibedakan menjadi dua jenis yaitu biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost*) [10]. Biaya Langsung (*Direct Cost*), adalah biaya-biaya yang langsung berhubungan dengan pelaksanaan pekerjaan konstruksi di lapangan, seperti: Biaya bahan/material, pekerja/upah, dan peralatan. Biaya Tak Langsung (*Indirect Cost*), adalah semua biaya proyek yang tidak secara langsung berhubungan dengan konstruksi di lapangan tetapi biaya ini harus ada dan tidak dapat dilepaskan dari proyek tersebut, seperti: Biaya *Over-head*, biaya tak terduga dan keuntungan/profit [11].

#### 2.7. Mempercepat Waktu Penyelesaian Proyek (*Crashing*)

*Crash Program* merupakan salah satu cara yang digunakan untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek, yaitu dengan mereduksi waktu penyelesaian suatu kegiatan yang berada di lintasan kritis yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek [12]. Mempercepat waktu penyelesaian proyek merupakan suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal atau juga mengejar target pembangunan agar waktu penyelesaian proyek sesuai dengan rencana awal. Dalam suatu keadaan tertentu antara umur perkiraan proyek dengan umur rencana proyek ada perbedaan [1]. Salah satu cara melakukan *crashing* ini dengan menambahkan jam kerja sehingga ada peningkatan produktivitas. Produktivitas kerja merupakan perbandingan antara kuantitas pekerjaan yang dilakukan dengan sumber daya yang digunakan [13].

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{volume}}{\text{durasi normal}} \dots \dots \dots (1)$$

$$\text{Produktivitas Jam} = \frac{\text{Produktifitas Harian}}{\text{Jumlah Jam Kerja Sehari}} \dots \dots \dots (2)$$

$$\text{Produktivitas Harian Sesudah Crash} = \text{Produktivitas Harian} + (a \times \text{produktivitas per jam} \times b) \dots \dots \dots (3)$$

Dimana:  $a$  = Lama penambahan jam kerja  
 $b$  = Koefisien penurunan produktivitas penambahan jam kerja

## 2.8. Time Cost Trade Off (TCTO)

Disebut juga pertukaran waktu terhadap biaya merupakan suatu proses yang disengaja, sistematis dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua pekerjaan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada pekerjaan yang berada pada jalur kritis [14]. Metode ini dapat dilakukan dengan penambahan jam kerja (lembur), penambahan shift kerja serta penambahan alat kerja. Di dalam analisis time cost trade off (TCTO) ini dengan berubahnya waktu penyelesaian sebuah proyek maka berubah pula biaya yang harus dikeluarkan [15].

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian kuantitatif dengan metode *time cost trade off* dan perhitungan analitis untuk mencari percepatan durasi dan jumlah total biaya setelah dilakukan percepatan.

### 3.2. Objek Penelitian

Objek penelitian Proyek Pembangunan RSUD Tongas Probolinggo, sedangkan subjek penelitian analisis percepatan waktu dan biaya proyek dengan penambahan jam kerja 1-4 jam. Lokasi penelitian ini berada di Jalan Tongas No.229, Karang Sawo, Curahdringu, Kec. Tongas, Probolinggo dengan tampilan gambar seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Proyek (Sumber : Google Earth)

### 3.3. Sumber dan Jenis Data

- Data Primer merupakan data yang didapatkan dari pihak kontraktor yaitu berupa *Time Schedule* dan Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- Data Sekunder merupakan data yang diperoleh untuk pendukung yang digunakan dalam membantu penelitian ini. Data ini diperoleh dari jurnal, buku maupun publikasi lainnya.

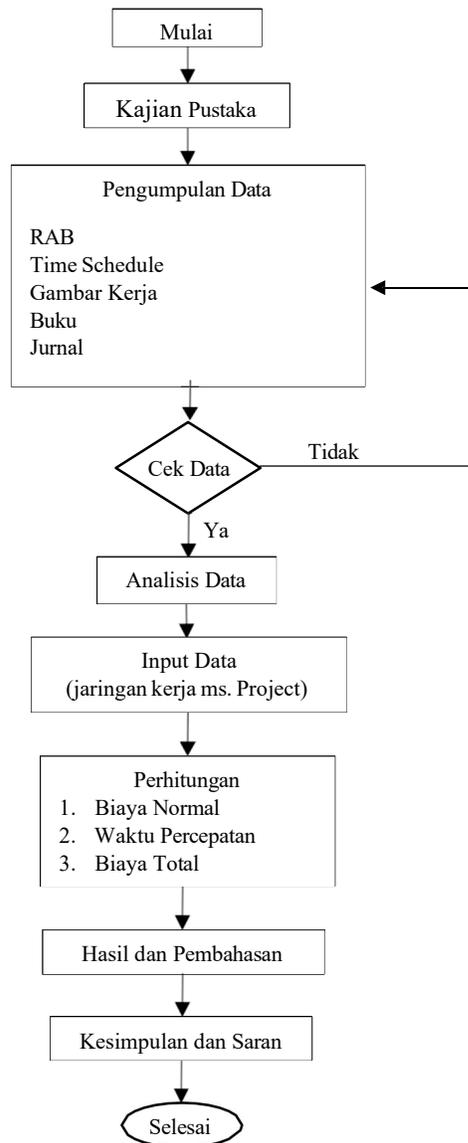
### 3.4. Metode Analisis Data

Dalam pengerjaan penelitian ini menggunakan metode analitis, berikut merupakan tahapan-tahapan yang digunakan adalah :

- Waktu normal yang merupakan rencana awal.
- Biaya normal untuk masing-masing aktivitas tersebut.
- Menguraikan kegiatan-kegiatan proyek atau mengelompokkan sesuai urutan kegiatan.
- Menyusun komponen kegiatan dengan menggunakan Microsoft Project 2016.
- Menentukan durasi waktu pekerjaan pada setiap kegiatan.
- Mengidentifikasi jalur kritis pada jaringan kerja.
- Menghitung biaya normal pada setiap pekerjaan.
- Menghitung *crashing* dengan penambahan jam kerja yang mempengaruhi produktivitas harian. Serta perhitungan durasi proyek setelah melakukan *crashing*.
- Perhitungan biaya setelah dilakukan *crashing*.

### 3.5. Diagram Alir

Langkah awal dalam penelitian ini adalah melakukan pengumpulan informasi terkait kepentingan penelitian, selanjutnya mengumpulkan data yang digunakan seperti RAB dan *Time Schedule* serta data pendukung lainnya. Jika data yang dibutuhkan sudah terkumpul selanjutnya data melakukan penginputan data pada Microsoft Project 2016 hal ini untuk mendapatkan jalur kritis. Dari jalur kritis yang sudah diketahui maka dapat melakukan perhitungan dengan Microsoft Excel 2013, perhitungan ini dilakukan pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis. Perhitungan terkait pada saat kondisi normal, perhitungan percepatan durasi serta biaya setelah dilakukan percepatan. Dari hasil yang didapatkan maka dijelaskan terkait durasi serta biaya. Dari hasil perhitungan maka dapat dibuat kesimpulan serta saran pada penelitian selanjutnya.



**Gambar 2.** Diagram Alir Penelitian

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Data Proyek

Paket pekerjaan proyek ini yaitu Pembangunan Paviliun RSUD Tongas. Nilai kontrak pada proyek ini sebesar Rp. 2.485.197.963.13. Pemilik dari proyek ini adalah Pemerintah Kabupaten Probolinggo. Serta durasi proyek sebesar 90 hari. Kontraktor pelaksana pada proyek ini adalah CV. Alsa Raya.

### 4.2. Penentuan Jalur Kritis

Penentuan jalur kritis dengan menggunakan aplikasi Microsoft Project 2016 dan didapatkan beberapa pekerjaan yang merupakan jalur kritis yaitu pada pekerjaan pendahuluan, pekerjaan urugan tanah, pekerjaan dinding, pekerjaan plafon dan pekerjaan pengecatan seperti dijelaskan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis

No	Jenis Pekerjaan	Volume	Sat	Durasi Normal (hr)
A	Pekerjaan Pendahuluan			
	Papan Nama	1	Ls	1
	Direksi Keet dan Gudang	9	m <sup>2</sup>	3
	Pengukuran dan Bowplank	110	m'	6
B	Pekerjaan Urugan Tanah			
	Peninggian Elevasi Bangunan	493,81	m <sup>3</sup>	13
C	Pekerjaan Pasangan Dinding			
	Pasang Bata Merah	715,17	m <sup>2</sup>	18
	Pekerjaan Plesteran	1430,35	m <sup>2</sup>	16
	Pekerjaan Acian	1430,35	m <sup>2</sup>	10
	Sponengan	113,15	m'	9
	Kolom Praktis	3,92	m <sup>3</sup>	2
D	Pekerjaan Plafond			
	Rangka Plafond + Plafond Gypsum	630	m <sup>2</sup>	14
	List Plafond Gypsum	415,94	m'	4
E	Pekerjaan Pengecatan			
	Cat Tembok Interior	1124,42	m <sup>2</sup>	8
	Cat Plafond	630	m <sup>2</sup>	4

### 4.3. Perhitungan Biaya Normal

$$\begin{aligned} \text{Koefisien bahan} &= \text{biaya bahan} : \text{biaya bahan dan upah} \\ &= \text{Rp. 60.479,00} : \text{Rp. 103.707,00} \\ &= 0,67 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Normal cost bahan} &= \text{Koef bahan} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan} \\ &= 0,67 \times \text{Rp. 90.180,00} \times 715,17 \text{ m}^2 \\ &= \text{Rp. 43.253.196,00} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Koefisien Upah} &= \text{biaya upah} : \text{biaya bahan dan upah} \\ &= \text{Rp. 29.700,00} : \text{Rp. 103.700,00} \\ &= 0,33 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Normal cost upah} &= \text{Koef upah} \times \text{biaya bahan dan upah} \times \text{volume pekerjaan} \\ &= 0,33 \times \text{Rp. 90.180,00} \times 715,17 \text{ m}^2 \\ &= \text{Rp. 21.240.549,00} \end{aligned}$$

### 4.4. Kebutuhan Tenaga Kerja

- Analisa kebutuhan tenaga kerja = volume x koefisien
- Harga upah pekerjaan = jumlah pekerja x upah

### 4.5. Analisis Produktivitas Tenaga Kerja

- Menentukan Produktivitas Tenaga Kerja  
Produktivitas tenaga kerja = 1: koefisien tenaga kerja
- Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari

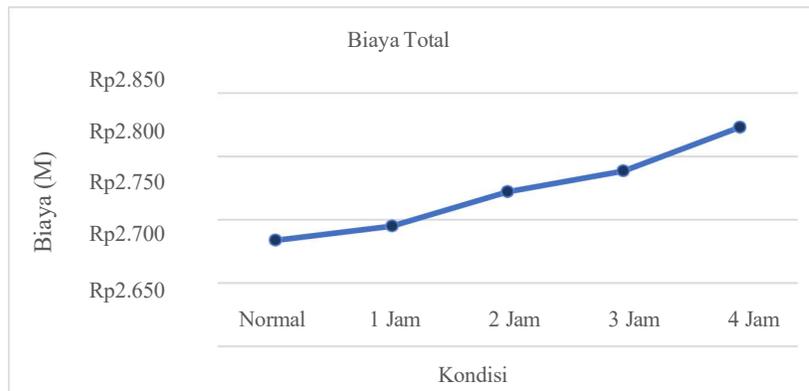
- Jumlah tenaga kerja per hari = volume pekerjaan : (kapasitas kerja x durasi pekerjaan)
3. Menghitung Upah Per Hari Tenaga Kerja Pekerjaan  
Normal Harga Upah = Jumlah tenaga kerja x harga satuan tenaga kerja

#### 4.6. Analisis Percepatan Durasi

- Menentukan Produktivitas Setelah Ditambah Jam Kerja  
Produktivitas Per Jam = produktivitas tenaga kerja per hari : durasi jam kerja normal  
Produktivitas Tenaga Kerja Lembur = (produktivitas/hari+ (jam lembur \* produktivitas/jam \* koef)
- Menentukan Durasi Setelah Ditambah Jam Kerja  
Durasi pekerjaan *crashing* = volume pekerjaan : kapasitas kerja 8 jam x jumlah tenaga kerja
- Menentukan Biaya Tambahan Setelah Ditambah Jam Kerja Perhitungan upah lembur  
Penambahan jam lembur ke-1 = 1,5 x 1/173 x upah normal x hari kerja sebulan  
Penambahan jam lembur ke-2,3,4 = 2 x 1/173 x upah normal x hari kerja sebulan  
Total upah tenaga kerja = upah normal + penambahan upah lembur  
*Cost Slope* = (crash cost - normal cost) : (normal duration - crash duration)  
*Cost Slope Total* = cost slope per hari x (durasi normal - durasi *crashing*)

#### 4.7. Pembahasan

Percepatan dengan menggunakan metode penambahan jam kerja menghasilkan durasi proyek menjadi lebih cepat. Pada penambahan jam kerja 1 jam durasi proyek mengalami percepatan 6,66% dari durasi normal. Sedangkan pada penambahan jam kerja 2 jam proyek mengalami percepatan durasi sampai 12,22%. Pada penambahan jam kerja 3 dan 4 jam mengalami percepatan 16,66%. Berikut ini hasil percepatan durasi seta biaya total dijelaskan pada Tabel 2. Sedangkan peningkatan biaya total dijelaskan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Grafik peningkatan biaya proyek

**Tabel 2.** Pekerjaan-pekerjaan yang berada pada jalur kritis

	Durasi (hari)	Direct cost	Indirect cost	Biaya total
Proyek kondisi normal	90	Rp 2.377.141.277	Rp 356.568.723	Rp 2.733.710.000
Penambahan 1 jam kerja	84	Rp 2.395.729.828	Rp 349.199.735	Rp 2.744.929.563
Penambahan 2 jam kerja	79	Rp 2.428.925.343	Rp 343.058.912	Rp 2.771.984.255
Penambahan 3 jam kerja	75	Rp 2.450.253.869	Rp 338.146.253	Rp 2.788.400.122
Penambahan 4 jam kerja	75	Rp 2.484.808.249	Rp 338.146.253	Rp 2.822.954.502

#### 4.8. Perbandingan Biaya

Perbandingan biaya digunakan sebagai pertimbangan proyek ketika mengalami keterlambatan. Perbandingan biaya ini terkait dengan denda keterlambatan proyek apabila durasi percepatan diasumsikan sebagai durasi keterlambatan serta peningkatan suku bunga bank ketika mengalami keterlambatan perhitungan denda keterlambatan serta suku bunga bank menggunakan rumus di bawah ini.

$$\begin{aligned} \text{Denda keterlambatan} & : \text{durasi keterlambatan} \times \text{nilai proyek}/1000 \\ \text{Bunga bank} & : \left(\frac{60}{100} \times \text{nilai proyek}\right) \times \left(\frac{12,5\%}{12}\right) \end{aligned}$$

Suku bunga bank diasumsikan per tahun 12,5% atau per bulan sebesar 1,04% sedangkan pada percepatan ini durasi di bawah 1 bulan, sehingga perhitungan peningkatan suku bunga bank hanya menggunakan 1 bulan. Serta maksimum dana yang bisa dipinjam adalah 60% dari kontrak. Hasil perbandingan selisih percepatan, denda serta peningkatan suku bunga bank dijelaskan pada Tabel 3 di bawah ini.

**Tabel 3.** Perbandingan biaya

	Selisih Biaya Percepat-Normal	Denda	Suku Bunga Bank
Lembur 1 Jam	Rp 11.219.563	Rp 16.402.260	Rp 17.085.688
Lembur 2 Jam	Rp 38.274.255	Rp 30.070.810	Rp 17.085.688
Lembur 3 Jam	Rp 54.690.122	Rp 41.005.650	Rp 17.085.688
Lembur 4 Jam	Rp 89.244.502	Rp 41.005.650	Rp 17.085.688

## 5. KESIMPULAN

Total durasi proyek pada kondisi normal adalah 90 hari. Pada saat dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja durasi proyek menjadi lebih singkat. Penambahan jam kerja 1 jam durasi proyek menjadi 84 hari. Pada kondisi penambahan jam kerja 2 jam menghasilkan durasi proyek 79 hari. Sedangkan pada penambahan jam kerja 3 dan 4 jam durasi menjadi 75 hari. Total biaya pada saat kondisi normal sebesar Rp. 2.733.710.000. Sedangkan pada kondisi percepatan dengan penambahan jam kerja 1 jam total biaya Rp.2.744.929.563. Pada penambahan jam kerja 2 jam total biaya menjadi Rp. 2.771.984.255. Serta pada penambahan jam kerja 3 jam total biaya proyek menjadi Rp. 2.788.400.122. Dan pada penambahan jam kerja 4 jam maka total biaya yang dihasilkan menjadi Rp. 2.822.954.502. Perbandingan biaya pada saat dilakukan percepatan dengan suku bunga bank dan denda apabila mengalami keterlambatan adalah pada kondisi penambahan jam kerja 1 jam menghasilkan biaya paling rendah pada kondisi percepatan dengan selisih pada kondisi normal dan percepatan sebesar Rp. 11.219.563. Pada penambahan 2, 3 dan 4 jam biaya paling rendah pada penambahan suku bunga bank dengan total biaya Rp. 17.085.688.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. Malifa, A. K. T. Dundu, And G. Y. Malingkas, "Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Menggunakan Metode Crashing (Studi Kasus: Pembangunan Rusun Iain Manado)," *Jurnal Sipil Statik*, Vol. 7, No. Juni, Pp. 681–688, 2019.
- [2] A. Maddepungeng, I. Suryani, And D. Hermawan, "Analisis Optimasi Biaya Dan Waktu Dengan Metode Tcto (Time Cost Trade Off) (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Pasar Petir Serang Banten)," 2015.
- [3] A Husen, *Manajemen Proyek*, Revisi. Yogyakarta: Andi Offset, 2011.
- [4] I. Widiyanti And Lenggogeni, *Manajemen Konstruksi*. Bandung: Pt Remaja Rosdakarya, 2013.
- [5] I Soeharto, *Manajemen Proyek*, Second Edition. Jakarta: Penerbit Erlangga, 1999.
- [6] M. Fauza And N. Kartika, "Analisis Pengendalian Proyek Menggunakan Kurva-S Dan Metode Earned Value Pada Proyek Pembangunan Trotoar Di Ruas Jalan Cisaat Kecamatan Cisaat Kabupaten Sukabumi," 2020.
- [7] Adi Kusrianto, *Panduan Lengkap Memakai Microsoft Office Project 2007*. Jakarta: Pt Alex Media Komputindo, 2008.
- [8] M. Ardan And W. Anisa Putri, "Analisis Sistem Informasi Penjadwalan Waktu Dan Pengendalian Proyek Gedung Perkantoran Dan Gudang Suzuya System Analysis Of Time Scheduling Information And Project Control Of Office Building And Suzuya Buildings," *Jcebt*, Vol. 5, No. 1, P. 2021, [Online]. Available: [Http://Ojs.Uma.Ac.Id/Index.Php/Jcebt](http://Ojs.Uma.Ac.Id/Index.Php/Jcebt)
- [9] Raden Aisyah Nur, "Pengendalian Biaya Dan Waktu Pada Proyek Penyelesaian Gedung

- Perawatan Obsgyn Dan Anak (Dua Lantai),” Universitas Hasanudin, Sulawesi Selatan, 2018.
- [10] Iman Soeharto, *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Jakarta Erlangga 1997, 1997.
- [11] A. Frederika, “Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Badung),” 2010.
- [12] Y. Stefanus, I. Wijatmiko, E. Andi Suryo, J. Teknik Sipil, U. M. Brawijaya Jl Haryono No, And J. Timur Alamat Korespondensi, “Analisis Percepatan Waktu Penyelesaian Proyek Menggunakan Metode Fast-Track Dan Crash Program Analysis Of Acceleration Time Of Project Solving Using Fast-Track And Crash Program Method,” Pp. 74–81, 2017, [Online]. Available:  
[Http://Ejournal.Umm.Ac.Id/Index.Php/Jmts/Article/View/4494](http://Ejournal.Umm.Ac.Id/Index.Php/Jmts/Article/View/4494)
- [13] R. Widyo Kisworo And F. Sri Handayani, “Analisis Percepatan Proyek Menggunakan Metode Time Cost Trade Off Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Dan Jumlah Alat,” 2017.
- [14] Wulfram I. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi, Revisi*. Yogyakarta: Andi Yogyakarta, 2002.
- [15] M. Priyo And A. Sumanto, “Analisis Percepatan Waktu Dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Menggunakan Metode Time Cost Trade Off : Studi Kasus Proyek Pembangunan Prasarana,” 2016.