

OPTIMALISASI WAKTU DAN BIAYA PEMBANGUNAN GEDUNG ASRAMA HAJI EMBARKASI TRANSIT WAIHERU AMBON DENGAN MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF*

Dimas Fahrul¹⁾, Octovianus Jamlaay²⁾, Maslan Abdin³⁾

^{1,2,3)}Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ambon

¹⁾dimasfahrul2000@gmail.com, ²⁾jamlaayoctovianus@gmail.com, ³⁾maslanabdin15@gmail.com

ABSTRACT

The construction of the Waiheru Ambon Hajj Embarkment Transit Building was intended to be the object of this study because it was based on the background that occurred in the project, namely delays. Based on secondary data obtained from the project, the Budget Plan (RAB) and Time Schedule are used as project's duration and normal costs of the project. Then the time cost trade off method is applied which aims to be able to reduce the duration and find out the total cost needed so that the project can reach the planned time target so as not to experience delays.

Dimiyati, H (2014) explained that there are two reasons why acceleration of construction of construction projects is carried out. First, because off the desire of the owner so that the project can be completed before the deadline for project completion. Second, because in the implementation of the project there is a delay in time or progress, the acceleration must be carried out. This is where the importance of a plan that must be prepared carefully so that costs that will have an impact on acceleration the project can be controlled properly. Time acceleration in this project, using the Time Cost Trade Off Method with the principle of increasing overtime working hours.

After accelerating with the addition of 3 hours, it could save time by 0.11% where the project cost is reduced by around 0.003%. Meanwhile, the addition of 2 hours could save time by 0.10% where the project cost is also reduced by around 0.003%. While the optimal duration and optimal costs were known in the alternative addition of 3 hours of overtime obtained 94 working days at a cost of IDR 27,388,709,338.20. Meanwhile, in addition to 2 hours of overtime, 95 working days were obtained at a cost of IDR 27,388,026,130.23.

Keywords: Delay, Time Cost Trade Off, Time Acceleration

ABSTRAK

Pembangunan Gedung Asrama Haji Embarkasi Transit Waiheru Ambon, diambil untuk menjadi objek pada penelitian ini karena berdasarkan masalah yang terjadi pada proyek yaitu keterlambatan. Berdasarkan data sekunder yang didapat dari proyek yaitu Rencana Anggaran Biaya (RAB) dan *Time Schedule* dipakai sebagai durasi dan biaya normal proyek. Kemudian diterapkan metode *time cost trade off* yang bertujuan untuk dapat mereduksi durasi dan mengetahui total biaya yang dibutuhkan agar proyek dapat mencapai target waktu rencana agar tidak mengalami keterlambatan.

Dimiyati, H (2014) menjelaskan ada dua alasan kenapa percepatan didalam pembangunan proyek konstruksi dilakukan. Pertama karena keinginan dari pihak owner agar proyek dapat diselesaikan sebelum batas akhir waktu penyelesaian proyek. Kedua karena didalam pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan waktu atau progres maka percepatan harus dilakukan.. Disinilah pentingnya sebuah perencanaan yang harus di persiapkan dengan matang agar biaya yang akan berdampak pada percepatan proyek dapat terkontrol dengan baik. Percepatan waktu pada proyek ini, menggunakan metode *time cost trade off* dengan prinsip penambahan jam kerja lembur.

Setelah dilakukan percepatan dengan penambahan 3 jam dapat menghemat waktu sebesar 0,11% dimana biaya proyek tereduksi sekitar 0.003%. Sedangkan dengan penambahan 2 jam dapat menghemat waktu sebesar 0,10% dimana biaya proyek ikut tereduksi sekitar 0.003%. Sedangkan durasi optimal dan biaya optimal diketahui pada alternative penambahan 3 jam lembur didapat 94 hari kerja dengan biaya sebesar Rp.27.388.709.338,20. Sedangkan pada penambahan 2 jam lembur didapat 95 hari kerja dengan biaya sebesar Rp.27.388.026.130,23.

Kata Kunci: Keterlambatan, *Time Cost Trade Off*, Percepatan Waktu.

1. PENDAHULUAN

Masalah keterlambatan tentu sangat berdampak terhadap biaya dan waktu pekerjaan. Sehingga untuk mengantisipasi agar keterlambatan proyek tidak terulang lagi maka perlu diterapkan beberapa metode untuk memadamkan jadwal proyek secara keseluruhan atau mempercepat jadwal agar waktu dapat dioptimalkan. Maka salah satunya menggunakan metode *Time Cost Trade Off (TCTO)*. Metode *TCTO* merupakan metode untuk mempercepat waktu pelaksanaan proyek dan menganalisis pengaruh waktu yang dipercepat terhadap penambahan biaya sehingga dapat diketahui waktu maksimum suatu proyek yang dipercepat dengan biaya yang paling minimum. Metode ini digunakan dengan tujuan untuk mereduksi durasi setiap item pekerjaan sesuai kebutuhan sehingga waktu penyelesaian proyek lebih cepat, dan juga dapat terhindar dari masalah keterlambatan. Metode ini akan diterapkan pada salah satu proyek yang mengalami keterlambatan seperti pada Pembangunan Gedung Asrama Haji Embarkasi Transit waiheru Ambon.

Pembangunan Gedung Asrama Haji Embarkasi Transit waiheru Ambon ini dikerjakan oleh PT Dutakarya Prathamaunggul dengan nilai kontrak sebesar Rp.27.473.302.000. serta durasi pekerjaan selama 106 hari kalender (17 September 2021 – 31 Desember 2021) sesuai dengan isi kontrak kerja. akan tetapi proyek ini mengalami keterlambatan pada pelaksanaannya. Pada saat melakukan penelitian, dari hasil laporan kemajuan pekerjaan hingga minggu ke-8 diketahui rencana awal yang seharusnya 56,31% tidak sesuai dengan realisasi dilapangan yaitu sebesar 31,37% yang dimana total keterlambatannya sebesar 24,94%. Dimana secara fisik pembangunan baru mencapai struktur lantai dua. Hal ini diakibatkan oleh pelaksanaan pekerjaan pondasi bore pile yang tidak efektif. Ada beberapa masalah yang mengakibatkan terjadinya keterlambatan pada pekerjaan ini yaitu keterlambatannya kedatangan alat bore pile, alat bore pile yang kurang efektif, dan faktor cuaca (hujan) sehingga menghambat proses pelaksanaan pada pekerjaan pondasi *bore pile*.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Proyek Konstruksi

Kata proyek berasal dari bahasa Latin "*projectum*" dari kata kerja "*proicere*" yang berarti untuk membuang sesuatu ke depan. Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), proyek merupakan rencana pekerjaan dengan sasaran khusus (pengairan, pembangkit tenaga listrik, dan sebagainya) dan dengan waktu penyelesaian yang tegas.

Menurut Kerzner (2009), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan untuk mencapai suatu tujuan (bangunan atau konstruksi) dengan Batasan waktu, biaya dan mutu tertentu. Proyek konstruksi membutuhkan *resources* (sumber daya)

yaitu *man* (manusia), *material* (bahan bangunan), *machine* (peralatan), *method* (metode pelaksanaan), *money* (uang), *information* (informasi), dan *time* (waktu). Proyek konstruksi adalah suatu rangkaian kegiatan yang berkaitan dengan upaya pembangunan suatu bangunan, mencakup pekerjaan pokok dalam bidang teknik sipil dan arsitektur.

2.2 Metode Percepatan *Time Cost Trade Off (TCTO)*

Sering terjadi suatu proyek mengalami keterlambatan dalam pelaksanaannya, dalam hal ini pemimpin proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya yang minimal. Metode untuk mempercepat atau mengkompres durasi proyek salah satunya adalah *TCTO (Time Cost Trade Off)* atau biasa disebut metode pertukaran waktu dan biaya. 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.

2.3 Analisa *Time Cost Trade Off*

Perencanaan awal suatu proyek sangat tergantung dengan besarnya sumber daya, biaya serta waktu. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek yang penting dalam manajemen, dalam hal ini biaya yang mungkin timbul harus dikendalikan seminimal mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan factor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya proyek yang bersangkutan. Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimal. Berkaitan dengan itu perlu dipelajari analisa pertukaran waktu dan biaya (*TCTO*).

3. METODOLOGI

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Proyek Pembangunan Gedung Asrama Haji Embarkasi Transit waiheru, Kota Ambon Maluku.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

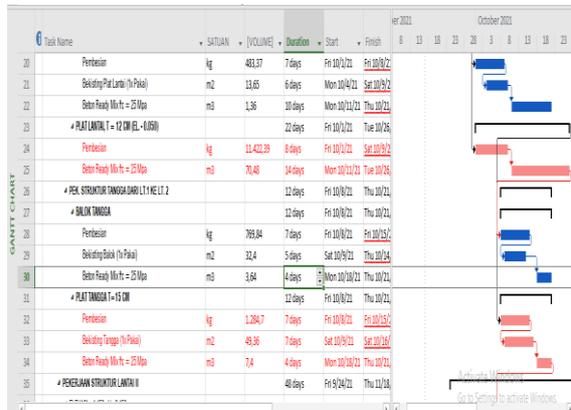
4.1 Menyusun Jaringan Kerja Pada Ms Project 2016

Pada penelitian ini, data yang dibutuhkan adalah *time schedule* proyek. Susunan pekerjaan pada *time schedule* dimasukkan sebagai dasar input data pada program *Microsoft project 2016*. Langkah-langkah dalam menyusun jaringan kerja pada program *Microsoft Project 2016* adalah sebagai berikut:

1. Menyusun aktivitas-aktivitas pekerjaan sesuai dengan urutan yang logis
2. Menentukan durasi masing-masing aktivitas
3. Menyusun *predecessor* (ketergantungan antar aktivitas/kegiatan yang mengikuti) pada masing-masing aktivitas. Dengan disusunnya *predecessor*

maka secara otomatis program akan membentuk diagram gantt chart.

Untuk hasil penyusunan jaringan kerja bisa dilihat pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Penyusunan jaringan kerja pada ms project 2016 (Sumber : Penulis, 2022)

Berdasarkan pada Gambar 4.1 setelah penyusunan jaringan kerja pada ms project selesai maka untuk mengetahui lintasan kritis dapat dilihat dengan gant chart yang berwarna merah. Dan untuk mengetahui pekerjaan apa saja yang termasuk dalam lintasan kritis dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 1. Aktivitas Pekerjaan Yang Termasuk Lintasan Kritis setelah penyusunan jaringan kerja pada Ms Project 2016

No	KEGIATAN	SATUAN	[VOLUME]	NORMAL DURATION
1	Pembesian Kolom Lantai 1	kg	14.377,44	10 days
2	Bekisting Kolom (1x Pakai) Lantai 1	m2	491,4	11 days
3	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Kolom Lantai 1	m3	60,39	11 days
4	Pembesian Balok Lantai 1	kg	12.804,31	10 days
5	Bekisting Balok(1x Pakai) Lantai 1	m2	514,47	8 days
6	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Lantai 1	m3	67,04	7 days
7	Pembesian Plat Lantai 1	kg	11.422,39	8 days
8	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat lantai 1	m3	70,48	14 days
9	Pembesian Plat Tangga Lantai 1	kg	1.284,70	7 days
10	Bekisting Tangga (1x Pakai) Lantai 1	m2	49,36	7 days
11	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Tangga lantai 1	m3	7,4	4 days
12	Pembesian Kolom Lantai 2	kg	13.309,94	10 days
13	Bekisting Kolom (1x Pakai) Lantai 2	m2	491,4	8 days
14	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Kolom Lantai 2	m3	60,39	15 days
15	Pembesian Balok Lantai 2	kg	15.217,17	12 days
16	Bekisting Kolom (1x Pakai) Lantai 2	m2	586,14	13 days
17	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Lantai 2	m3	74,96	15 days
18	Pembesian Plat Lantai 2	kg	10.226,84	12 days
19	Bekisting Plat Lantai (1x Pakai) Lantai 2	m2	600,11	11 days
20	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Lantai 2	m3	81,18	15 days
21	Pembesian Kolom Lantai 3	kg	13.309,94	12 days
22	Pembesian Balok Lantai 3	kg	15.564,31	15 days
23	Bekisting Balok (1x Pakai) Lantai 3	m2	704,09	14 days
24	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Lantai 3	m3	80,18	10 days
25	Pembesian Plat Lantai 3	kg	10.226,84	15 days
26	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Lantai 3	m3	72,02	12 days
27	Pembesian Kolom Struktur Atap	kg	705,07	4 days
28	Pembesian Balok Struktur Atap	kg	11.027,55	16 days
29	Bekisting Balok (1x Pakai) Struktur Atap	m2	569,03	17 days
30	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Struktur Atap	m3	62,07	16 days

31	Pembesian Plat Kanopi Struktur Atap	kg	64,19	3 days
32	Pembesian Plat Lantai Struktur Atap	kg	9.379,38	7 days
33	Pembesian Balok Struktur Atap 2	kg	1.551,94	16 days
34	Pembesian Pengecoran Bore Pile	kg	35.711,37	5 days
35	Galian Tanah Biasa Sedalam 1 M Pile Cap	m3	199,31	14 days
36	Urugan Pasir Bawah Pile Cap, t = 10 cm	m3	13,48	14 days
37	Galian Tanah Biasa Sedalam 3 M Plat Lantai dasar	m3	31,16	3 days
38	Urug Kembali Bekas Galian	m3	10,39	3 days
39	Urugan Pasir Bawah Plat, t = 10 cm	m3	0,9	3 days
40	Lantai Kerja Beton fc = 7,4 MPa (K-100), t = 5 cm	m3	0,45	3 days
41	Pembesian Plat Lantai dasar	kg	2,7	3 days
42	Pembesian Kolom (pekerjaan rumah pompa)	kg	522	3 days
43	Pembesian Balok (pekerjaan rumah pompa)	kg	716,93	3 days
44	Bekisting Balok (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	m2	33,74	3 days
45	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok (pekerjaan rumah pompa)	m3	3,55	3 days
46	Pembesian Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	kg	1.167,85	3 days
47	Bekisting Plat Lantai (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	m2	80,01	3 days
48	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	m3	8	3 days

Sumber : Penulis, 2022

Dari tabel 1 dapat diketahui setelah menentukan durasi normal setiap item pekerjaan dan menyusun jaringan kerja pada Ms. Project 2016 maka dapat diketahui pekerjaan apa saja yang termasuk lintasan kritis pada Pembangunan Gedung Asrama Haji Embarkasi Transit Waiheru Ambon. Dimana aktivitas yang berada pada lintasan kritis tidak diperbolehkan mengalami keterlambatan karena aktivitas tersebut dapat mempengaruhi waktu penyelesaian proyek. Sehingga, pada lintasan kritis tersebut dilakukan percepatan untuk memastikan proyek dapat selesai lebih awal atau tepat pada waktunya.

4.2 Analisa Produktivitas Tenaga Kerja

4.2.1 Menentukan Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

Produktivitas tenaga kerja digunakan untuk mencari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada pekerjaan yang berada pada lintasan kritis, untuk mengetahui nilai produktivitas tenaga kerja dibutuhkan nilai koefisien tenaga kerja tersebut. Sehingga untuk mencari nilai produktivitas digunakan rumus:

$$\text{Produktivitas Tenaga Kerja} = \frac{1}{\text{Koefisien Tenaga Kerja}}$$

a. Perhitungan produktivitas pada Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 1

Koefisien tenaga kerja (didapat dari lampiran Analisa Harga Satuan)

- Pekerja = 0.0070
 - Mandor = 0.0070
 - Kepala Tukang = 0.0007
 - Mandor = 0.0004
- (Nilai koefisien didapat dari AHS proyek)
- Pekerja = $\frac{1}{0.0070} = 142,86$ kg³/hari
 - Tukang Besi = $\frac{1}{0.0070} = 142,86$ kg³/hari
 - Kepala Tukang = $\frac{1}{0.0007} = 1.428,6$ kg³/hari

$$\bullet \text{ Mandor} = \frac{1}{0.0004} = 2.500 \text{ kg}^3/\text{hari}$$

Untuk hasil perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja dapat dilihat pada tabel perhitungan yang ditampilkan pada Lampiran V.

4.2.2 Menentukan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari

Setelah mendapatkan nilai produktivitas tenaga kerja, selanjutnya akan dicari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan per hari. Dimana untuk mencari jumlah tenaga kerja digunakan rumus:

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Tenaga Kerja per hari} \times \text{Durasi Pekerjaan}}$$

a. Perhitungan jumlah tenaga kerja pada **Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 1**

Volume = 14.377,44 kg
(berdasarkan Tabel 4.1)

Durasi = 10 hari
(berdasarkan Tabel 4.1)

Pekerja = $\frac{14.377,44}{142,86 \times 10} = 10$

Tukang = $\frac{14.377,44}{142,86 \times 10} = 10$

Kepala Tukang = $\frac{14.377,44}{1.428,6 \times 10} = 1$

Mandor = $\frac{14.377,44}{2500 \times 10} = 1$

Untuk hasil perhitungan Jumlah Tenaga Kerja dapat dilihat pada tabel perhitungan yang ditampilkan pada Lampiran V.

4.2.3 Menghitung Upah Normal Tenaga Kerja

Untuk mengetahui total biaya upah normal tenaga kerja, maka dapat dihitung dengan menggunakan total tenaga kerja per hari dikali dengan harga satuan tenaga kerja itu sendiri pada setiap item pekerjaan. Rumus yang dapat digunakan untuk menghitung biaya upah normal adalah sebagai berikut:

Harga Upah
= Jumlah tenaga kerja x Harga satuan tenaga kerja x Durasi

Untuk harga satuan tenaga kerja dapat dilihat pada lampiran analisa harga satuan, dan untuk durasi dapat dilihat pada tabel 4.1

a. Perhitungan harga upah per hari tenaga kerja pada **Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 1**

Pekerja = 10 OH x Rp.81.000,00 x 10 = Rp.8.100.000,00

Tukang = 10 OH x Rp. 129.600,00 x 10 = Rp.12.960.000,00

Kepala Tukang = 1 OH x Rp. 140.400,00 x 10 = Rp.1.404.000,00

Mandor = 1 OH x Rp.140.400,00 x 10 = Rp.1.404.000,00

Untuk hasil perhitungan *Harga Upah Normal* dapat dilihat pada tabel perhitungan yang ditampilkan pada Lampiran V.

4.3 Analisa Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*

4.3.1 Penambahan Jam Kerja Lembur

Pada penelitian ini, percepatan dilakukan dengan menggunakan Metode *Time Cost Trade Off*. Dalam metode ini ada berbagai alternatif yang dapat digunakan untuk mereduksi durasi atau waktu pekerjaan. Diantaranya percepatan dilakukan dengan penambahan jam kerja (lembur). Metode penambahan jam kerja akan diterapkan pada studi kasus kali ini, dimana akan dilakukan penambahan jam kerja sebanyak 2 jam dan 3 jam dari jam kerja normal, hal ini diputuskan berdasarkan keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, dimana lembur yang diperbolehkan paling lama yaitu selama 3 jam. Penambahan jam kerja juga sangat berpengaruh terhadap produktivitas masing-masing tenaga kerja. Sehingga untuk melakukan percepatan dengan penambahan 3 jam kerja/hari harus berdasarkan pertimbangan dengan melihat penurunan produktivitas tenaga kerja pada saat jam lembur, seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Produktivitas Tenaga Kerja

Jam Lembur (Jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Penurunan Prestasi Kerja (per jam)	Presentase Penurunan Prestasi Kerja (%)	Koefisien Produktivitas
A	B	C = a x b	D	E = 100% - d
Ke - 1	0,1	0,1	10	0.9
Ke - 2	0,1	0,2	20	0.8
Ke - 3	0,1	0,3	30	0.7
Ke - 4	0,1	0,4	40	0.6

Sumber : Penulis, 2022

Sehingga berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa percepatan dengan menggunakan penambahan jam lembur sebanyak 3 jam koefisien produktivitasnya adalah 0.7, sedangkan penambahan jam lembur sebanyak 2 jam koefisien produktivitasnya adalah 0.8

4.3.2 Perhitungan *Crash Duration*

Langkah-langkah dalam menghitung crash duration adalah :

a. Menghitung produktifitas harian

$$\text{Produktifitas harian} = \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Normal}}$$

Dimana : Volume dan Durasi Normal dapat dilihat pada Tabel 4.1

b. Menghitung produktifitas per jam

$$\text{Produktifitas per jam} = \frac{\text{Prod per hari}}{\text{Jam kerja normal}}$$

Dimana : Jam kerja normal harian = 8 jam

c. Menghitung produktifitas lembur

Produktifitas lembur = jam kerja lembur x koef.produktifitas x prod.per jam

Dimana : Jam kerja lembur per hari = 2 jam dan 3 jam

Koefisien Produktifitas = 80% dan 70%

d. Menghitung produktifitas harian setelah dilakukan *crash*

Produktifitas harian setelah *crash* = Prod.harian + Prod.Lembur

e. Menghitung crash duration

$$Crash\ Duration = \frac{Volume}{Prod\ setelah\ crashing}$$

Hasil perhitungan produktifitas harian, produktifitas per jam, produktifitas harian setelah dilakukan *crash* dan *crash duration* untuk tiap kegiatan kritis disajikan dalam Tabel 4.3 untuk 3 jam lembur dan Tabel 4.4 untuk 2 jam lembur.

Tabel 3. *Crash Duration* untuk 3 Jam Lembur

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Normal Duration	Jam Kerja Normal	Prod Harian	Prod Per Jam	Prod Lembur	Prod Crashing	Crash Duration (day)
		a	b	c	d = a/b	e = d/c	f = 3 x 0,7 x e	g = d + f	h = a/g	
1	Pembesian Kolom Lantai 1	14.377,44	kg	10	8	1437,7	179,7	377,4	1815,1	8
2	Bekisting Kolom (1/Pakai) Lantai 1	491,4	m ²	11	8	44,7	5,6	11,8	56,5	9
3	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Kolom Lantai 1	60,39	m ³	11	8	5,5	0,7	1,5	7,0	9
4	Pembesian Balok Lantai 1	12.804,31	kg	10	8	1280,4	160,1	336,2	1616,6	8
5	Bekisting Balok (1/Pakai) Lantai 1	514,47	m ²	8	8	64,3	8,0	16,8	81,1	6
6	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Balok Lantai 1	67,04	m ³	7	8	9,6	1,2	2,5	12,1	6
7	Pembesian Plat Lantai 1	11.422,39	kg	8	8	1427,8	178,5	374,9	1802,7	6
8	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Plat lantai 1	70,48	m ³	14	8	5,0	0,6	1,3	6,3	11
9	Pembesian Plat Tangga Lantai 1	1.284,70	kg	7	8	183,5	22,9	48,1	231,6	6
10	Bekisting Tangga (1/Pakai) Lantai 1	49,36	m ²	7	8	7,1	0,9	1,9	9,0	5
11	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Plat Tangga lantai 1	7,4	m ³	4	8	1,9	0,2	0,4	2,3	3
12	Pembesian Kolom Lantai 2	13.309,94	kg	10	8	1331,0	166,4	349,4	1680,4	8
13	Bekisting Kolom (1/Pakai) Lantai 2	491,4	m ²	8	8	61,4	7,7	16,2	77,6	6
14	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Kolom Lantai 2	60,39	m ³	15	8	4,0	0,5	1,1	5,1	12
15	Pembesian Balok Lantai 2	15.217,17	kg	12	8	1268,1	158,5	332,9	1601,0	10
16	Bekisting Kolom (1/Pakai) Lantai 2	586,14	m ²	13	8	45,1	5,6	11,8	56,9	10
17	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Balok Lantai 2	74,96	m ³	15	8	5,0	0,6	1,3	6,3	12
18	Pembesian Plat Lantai 2	10.226,84	kg	12	8	852,2	106,5	223,7	1075,9	10
19	Bekisting Plat Lantai (1/Pakai) Lantai 2	600,11	m ²	11	8	54,6	6,8	14,3	68,9	9
20	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Plat Lantai 2	81,18	m ³	15	8	5,4	0,7	1,5	6,9	12
21	Pembesian Kolom Lantai 3	13.309,94	kg	12	8	1109,2	138,7	291,3	1400,5	10
22	Pembesian Balok Lantai 3	15.364,31	kg	15	8	1037,6	129,7	272,4	1310,0	12
23	Bekisting Balok (1/Pakai) Lantai 3	704,09	m ²	14	8	50,3	6,3	13,2	63,5	11
24	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Balok Lantai 3	80,18	m ³	10	8	8,0	1,0	2,1	10,1	8
25	Pembesian Plat Lantai 3	10.226,84	kg	15	8	681,8	85,2	178,9	860,7	12

Sumber : Penulis, 2022

Tabel 4. *Crash Duration* Untuk 2 Jam Lembur

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Normal Duration	Jam Kerja Normal	Prod Per Hari	Prod Per Jam	Prod Lembur	Prod Crashing	Crash Duration (day)
		a	b	c	d = a/b	e = d/c	f = 2 x 0,8 x e	g = d + f	h = a/g	
1	Bekisting Kolom (1/Pakai) Lantai 1	491,4	m ²	11	8	44,7	5,6	9,0	53,7	9
2	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Kolom Lantai 1	60,39	m ³	11	8	5,5	0,7	1,1	6,6	9
3	Pembesian Balok Lantai 1	12.804,31	kg	10	8	1280,4	160,1	296,2	1536,6	8
4	Bekisting Balok (1/Pakai) Lantai 1	514,47	m ²	8	8	64,3	8,0	12,8	77,1	7
5	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Balok Lantai 1	67,04	m ³	7	8	9,6	1,2	1,9	11,5	6
6	Pembesian Plat Lantai 1	11.422,39	kg	8	8	1427,8	178,5	285,6	1713,4	7
7	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Plat Lantai 1	70,48	m ³	14	8	5,0	0,6	1,0	6,0	12
8	Pembesian Plat Tangga Lantai 1	1.284,70	kg	7	8	183,5	22,9	36,6	220,1	6
9	Bekisting Tangga (1/Pakai) Lantai 1	49,36	m ²	7	8	7,1	0,9	1,4	8,5	6
10	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Plat Tangga Lantai 1	7,4	m ³	4	8	1,9	0,2	0,3	2,2	3
11	Pembesian Kolom Lantai 2	13.309,94	kg	10	8	1331,0	166,4	266,2	1597,2	8
12	Bekisting Kolom (1/Pakai) Lantai 2	491,4	m ²	8	8	61,4	7,7	12,3	73,7	7
13	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Kolom Lantai 2	60,39	m ³	15	8	4,0	0,5	0,8	4,8	13
14	Pembesian Balok Lantai 2	15.217,17	kg	12	8	1268,1	158,5	253,6	1521,7	10
15	Bekisting Kolom (1/Pakai) Lantai 2	586,14	m ²	13	8	45,1	5,6	9,0	54,1	11
16	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Balok Lantai 2	74,96	m ³	15	8	5,0	0,6	1,0	6,0	12
17	Pembesian Plat Lantai 2	10.226,84	kg	12	8	852,2	106,5	170,4	1027,6	10
18	Bekisting Plat Lantai (1/Pakai) Lantai 2	600,11	m ²	11	8	54,6	6,8	10,9	65,5	9
19	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Plat Lantai 2	81,18	m ³	15	8	5,4	0,7	1,1	6,5	12
20	Pembesian Kolom Lantai 3	13.309,94	kg	12	8	1109,2	138,7	221,9	1331,1	10
21	Pembesian Balok Lantai 3	15.364,31	kg	15	8	1037,6	129,7	207,5	1245,1	13
22	Bekisting Balok (1/Pakai) Lantai 3	704,09	m ²	14	8	50,3	6,3	10,1	60,4	12
23	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Balok Lantai 3	80,18	m ³	10	8	8,0	1,0	1,6	9,6	8
24	Pembesian Plat Lantai 3	10.226,84	kg	15	8	681,8	85,2	136,3	818,1	13
25	Beton Ready Mix Fe = 25 Mpa Plat Lantai 3	70,02	m ³	12	8	6,0	0,8	1,3	7,3	10

Sumber : Penulis, 2022

4.3.3 Perhitungan Biaya Percepatan (*Crash Cost*)

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan yang dipercepat (*crash duration*), maka selanjutnya dapat dihitung biaya tambahan akibat penambahan jam kerja. Berdasarkan ketentuan yang tertulis dalam keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11, tentang upah jam kerja lembur, maka akan diuraikan dalam rums sebagai berikut:

Untuk penambahan upah jam lembur

- Jam ke 1 = 1,5 x $\frac{1}{173}$ x upah normal x hari kerja sebulan
- Jam ke 2, dst = 2 x $\frac{1}{173}$ x upah normal x hari kerja sebulan

Langkah-langkah dalam menghitung *crash cost* adalah sebagai berikut :

- Menghitung upah kerja lembur per hari
 - 3 jam dan 2 jam kerja lembur
 - Upah kerja lembur per hari = (1,5 x upah sejam normal) + 2 x (2 x upah sejam normal)
- Menghitung *crash cost* tenaga kerja per hari

Crash cost tenaga kerja per hari = upah harian + upah kerja lembur per hari
- Menghitung *crash cost* total

Crash cost total = *crash cost* per hari x jumlah tenaga x *crash duration*

Hasil perhitungan upah kerja harian normal, upah kerja per jam normal, upah lembur per hari (2 jam dan 3 jam kerja), crash cost per hari dan crash cost total untuk tiap kegiatan kritis disajikan dalam hasil perhitungan pada tabel 5 untuk 3 jam kerja dan tabel 6 untuk 2 jam kerja.

$$Cost\ Slope = \frac{crash\ cost - normal\ cost}{normal\ duration - crash\ duration}$$

Untuk hasil perhitungan *Cost Slope* untuk tiap kegiatan kritis dapat dilihat pada tabel 7 untuk 3 jam kerja dan tabel 8 untuk 2 jam kerja.

Tabel 5 *Crash Cost* untuk 3 jam kerja Lembur

Urutan Pekerjaan	Jumlah Tenaga Kerja per Hari	Normal Duration	crash Duration	Total Upah 3 jam Lembur	Total Crash Cost	Total Upah Tenaga Kerja Normal
	a	b	c	d	e=avxcd	f
PEKERJAAN STRUKTUR- STANDARD						
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI						
ELEVASI 0,000 s.d + 4,450						
PEKERJAAN KOLOM						
1. PEMBESIAN KOLOM						
Pekerja	10			Rp1.630.288,00	Rp11.630.288,00	Rp8.100.000,00
Tukang	10			Rp2.022.605,79	Rp18.608.463,20	Rp12.960.000,00
Kepala Tukang	1			Rp251.989,59	Rp2.025.916,72	Rp1.404.000,00
Mandor	1			Rp251.989,59	Rp2.025.916,72	Rp1.404.000,00
				Rp4.270.584,64	Rp23.868.000,00	
2. BIKESING KOLOM (1x PAKAI)						
Pekerja	29			Rp1.943.814,60	Rp17.943.814,60	Rp25.839.000,00
Tukang	15			Rp2.022.605,79	Rp18.401.781,65	Rp12.384.000,00
Kepala Tukang	1			Rp251.989,59	Rp2.267.906,31	Rp1.544.000,00
Mandor	1			Rp251.989,59	Rp2.267.906,31	Rp1.544.000,00
				Rp78.881.408,87	Rp50.311.800,00	
3. Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa						
Pekerja	9			Rp1.175.666,60	Rp10.581.000,00	Rp8.019.000,00
Tukang	2			Rp4.186.904,22	Rp2.851.200,00	
Kepala Tukang	1			Rp251.989,59	Rp2.267.906,31	Rp1.544.000,00
Mandor	1			Rp251.989,59	Rp2.267.906,31	Rp1.544.000,00
				Rp20.498.383,44	Rp13.959.000,00	
PEKERJAAN BALOK						
4. Pemasian						
Pekerja	9			Rp1.175.666,60	Rp10.581.000,00	Rp8.019.000,00
Tukang Besi	9			Rp2.022.605,79	Rp16.747.616,88	Rp11.664.000,00
Kepala Tukang	1			Rp251.989,59	Rp2.025.916,72	Rp1.404.000,00
Mandor	1			Rp251.989,59	Rp2.025.916,72	Rp1.404.000,00
				Rp21.246.709,52	Rp21.762.000,00	

Sumber : Penulis, 2022

Tabel 6. *Crash Cost* untuk 2 jam kerja Lembur

Urutan Pekerjaan	Jumlah Tenaga Kerja per Hari	Normal Duration	crash Duration	Total Upah 2 jam Lembur	Total Crash Cost	Total Upah Tenaga Kerja Normal
	a	b	c	d	e=avxcd	f
PEKERJAAN STRUKTUR- STANDARD						
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI						
ELEVASI 0,000 s.d + 4,450						
PEKERJAAN KOLOM						
1. PEMBESIAN KOLOM						
Pekerja	10			Rp1.219.968,20	Rp9.757.456,00	Rp8.100.000,00
Tukang	10			Rp1.951.149,14	Rp15.611.912,30	Rp12.960.000,00
Kepala Tukang	1			Rp1.691.292,48	Rp1.404.000,00	
Mandor	1			Rp1.691.292,48	Rp1.404.000,00	
				Rp28.751.972,16	Rp23.868.000,00	
2. BIKESING KOLOM (1x PAKAI)						
Pekerja	29			Rp1.833.700,20	Rp17.833.700,20	Rp25.839.000,00
Tukang	15			Rp1.951.149,14	Rp16.345.173,90	Rp12.384.000,00
Kepala Tukang	1			Rp1.691.292,48	Rp1.902.704,04	Rp1.544.000,00
Mandor	1			Rp1.691.292,48	Rp1.902.704,04	Rp1.544.000,00
				Rp19.842.242,18	Rp13.180.000,00	
3. Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa						
Pekerja	9			Rp1.175.666,60	Rp10.581.000,00	Rp8.019.000,00
Tukang	2			Rp4.186.904,22	Rp2.851.200,00	
Kepala Tukang	1			Rp251.989,59	Rp2.267.906,31	Rp1.544.000,00
Mandor	1			Rp251.989,59	Rp2.267.906,31	Rp1.544.000,00
				Rp20.498.383,44	Rp13.959.000,00	
PEKERJAAN BALOK						
4. Pemasian						
Pekerja	9			Rp1.175.666,60	Rp10.581.000,00	Rp8.019.000,00
Tukang Besi	9			Rp2.022.605,79	Rp14.050.738,08	Rp11.664.000,00
Kepala Tukang	1			Rp251.989,59	Rp2.025.916,72	Rp1.404.000,00
Mandor	1			Rp251.989,59	Rp2.025.916,72	Rp1.404.000,00
				Rp21.246.709,52	Rp21.762.000,00	

Sumber : Penulis, 2022

4.3.4 Perhitungan *Cost Slope*

Cost slope merupakan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu. *Cost slope* dapat dihitung dengan rumus :

Tabel 7 *Cost Slope* untuk 3 jam kerja Lembur

NO	Urutan Pekerjaan	Normal Duration	Crash Duration (day)	Cost Normal	Cost Crashing	Cost Slope
1	Pembesian Kolom Lantai 1	10	8	Rp23.868.000,00	Rp34.270.584,64	Rp5.201.292,32
2	Bekisting Kolom (1x Pakai) Lantai 1	11	9	Rp50.311.800,00	Rp73.881.408,87	Rp11.784.804,64
3	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Kolom Lantai 1	11	9	Rp13.959.000,00	Rp20.498.383,44	Rp3.269.691,72
4	Pembesian Balok Lantai 1	10	8	Rp21.762.000,00	Rp31.246.709,52	Rp4.742.354,76
5	Bekisting Balok (1x Pakai) Lantai 1	8	6	Rp53.481.600,00	Rp71.991.486,90	Rp9.254.943,45
6	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Balok Lantai 1	7	6	Rp13.759.200,00	Rp21.167.124,90	Rp7.407.924,90
7	Pembesian Plat Lantai 1	8	6	Rp19.094.400,00	Rp25.702.938,48	Rp3.304.269,24
8	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Plat lantai 1	14	11	Rp14.817.600,00	Rp20.895.751,47	Rp2.026.050,49
9	Pembesian Plat Tangga Lantai 1	7	6	Rp21.130.200,00	Rp32.506.657,50	Rp11.376.457,50
10	Bekisting Tangga (1x Pakai) Lantai 1	7	6	Rp6.615.000,00	Rp10.176.502,56	Rp3.561.502,56
11	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Plat Tangga lantai 1	4	3	Rp2.613.600,00	Rp3.159.162,31	Rp904.562,31
12	Pembesian Kolom Lantai 2	10	8	Rp21.762.000,00	Rp31.246.709,52	Rp4.742.354,76
13	Bekisting Kolom (1x Pakai) Lantai 2	8	6	Rp51.148.800,00	Rp68.851.308,96	Rp8.851.254,48
14	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Kolom Lantai 2	15	12	Rp14.661.000,00	Rp21.059.822,04	Rp2.129.943,60
15	Pembesian Balok Lantai 2	12	10	Rp26.114.400,00	Rp39.058.386,90	Rp6.471.993,45
16	Bekisting Balok (1x Pakai) Lantai 2	13	10	Rp60.512.400,00	Rp83.544.240,30	Rp7.677.280,10
17	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Balok Lantai 2	15	12	Rp15.876.000,00	Rp22.795.365,24	Rp2.306.455,08
18	Pembesian Plat Lantai 2	12	10	Rp18.532.800,00	Rp27.718.855,20	Rp4.593.027,60
19	Bekisting Plat Lantai (1x Pakai) Lantai 2	11	9	Rp63.914.400,00	Rp92.286.340,20	Rp14.185.970,10
20	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Plat Lantai 2	15	12	Rp17.091.000,00	Rp24.538.908,44	Rp2.482.969,48
21	Pembesian Kolom Lantai 3	12	10	Rp23.587.200,00	Rp35.278.543,00	Rp5.845.671,50
22	Pembesian Balok Lantai 3	15	12	Rp26.325.000,00	Rp37.798.438,92	Rp3.824.479,64
23	Bekisting Balok (1x Pakai) Lantai 3	14	11	Rp76.129.200,00	Rp107.357.256,49	Rp10.409.352,16
24	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Balok Lantai 3	10	8	Rp15.930.000,00	Rp22.872.900,48	Rp4.471.450,24
25	Pembesian Plat Lantai 3	15	12	Rp20.007.000,00	Rp28.726.813,56	Rp2.906.604,52

Sumber : Penulis, 2022

Tabel 8 *Cost Slope* untuk 2 jam kerja Lembur

NO	Urutan Pekerjaan	Normal Duration	Crash Duration (day)	Cost Normal	Cost Crashing	Cost Slope
1	Pembesian Kolom Lantai 1	10	8	Rp23.868.000,00	Rp28.751.972,16	Rp4.441.986,08
2	Bekisting Kolom (1x Pakai) Lantai 1	11	9	Rp50.311.800,00	Rp61.984.242,18	Rp5.836.221,09
3	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Kolom Lantai 1	11	9	Rp13.959.000,00	Rp17.197.516,80	Rp1.191.258,40
4	Pembesian Balok Lantai 1	10	8	Rp21.762.000,00	Rp31.215.033,44	Rp2.216.516,72
5	Bekisting Balok (1x Pakai) Lantai 1	8	7	Rp53.481.600,00	Rp70.465.098,06	Rp6.983.498,06
6	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Balok Lantai 1	7	6	Rp13.759.200,00	Rp17.758.570,44	Rp1.999.370,44
7	Pembesian Plat Lantai 1	8	7	Rp19.094.400,00	Rp25.157.975,64	Rp3.663.575,64
8	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Plat lantai 1	14	12	Rp14.817.600,00	Rp19.124.614,32	Rp1.153.507,16
9	Pembesian Plat Tangga Lantai 1	7	6	Rp21.130.200,00	Rp32.770.091,24	Rp11.411.891,24
10	Bekisting Tangga (1x Pakai) Lantai 1	7	6	Rp6.615.000,00	Rp8.537.774,40	Rp1.821.774,40
11	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Plat Tangga Lantai 1	4	3	Rp2.613.600,00	Rp2.951.630,58	Rp338.030,58
12	Pembesian Kolom Lantai 2	10	8	Rp21.762.000,00	Rp31.215.033,44	Rp2.216.516,72
13	Bekisting Kolom (1x Pakai) Lantai 2	8	7	Rp51.148.800,00	Rp67.391.489,28	Rp6.242.699,28
14	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Kolom Lantai 2	15	13	Rp14.661.000,00	Rp19.132.745,58	Rp2.235.877,79
15	Pembesian Balok Lantai 2	12	10	Rp26.114.400,00	Rp32.788.791,80	Rp3.327.195,90
16	Bekisting Balok (1x Pakai) Lantai 2	13	11	Rp60.512.400,00	Rp77.100.168,42	Rp8.293.884,21
17	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Balok Lantai 2	15	12	Rp15.876.000,00	Rp19.124.614,32	Rp1.082.871,44
18	Pembesian Plat Lantai 2	12	10	Rp18.532.800,00	Rp23.252.271,60	Rp3.361.235,80
19	Bekisting Plat Lantai (1x Pakai) Lantai 2	11	9	Rp63.914.400,00	Rp97.425.416,72	Rp6.755.208,36
20	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Plat Lantai 2	15	12	Rp17.091.000,00	Rp20.588.232,72	Rp1.165.744,24
21	Pembesian Kolom Lantai 3	12	10	Rp23.587.200,00	Rp35.297.618,40	Rp5.005.209,20
22	Pembesian Balok Lantai 3	15	13	Rp26.325.000,00	Rp34.354.378,50	Rp1.014.689,25
23	Bekisting Balok (1x Pakai) Lantai 3	14	12	Rp76.129.200,00	Rp98.257.586,64	Rp11.664.193,32
24	Beton Ready Mix f'c = 25 Mpa Balok Lantai 3	10	8	Rp15.930.000,00	Rp19.189.664,00	Rp1.629.832,00
25	Pembesian Plat Lantai 3	15	13	Rp20.007.000,00	Rp26.109.327,66	Rp3.051.163,83

Sumber : Penulis, 2022

Setelah diperoleh nilai *Cost Slope* dari masing-masing kegiatan, maka dilakukan penekanan (kompresi) durasi proyek pada setiap kegiatan di lintasan kritis yang dimulai dari kegiatan dengan *Cost Slope* terendah. Berikut urutan kegiatan dengan *Cost Slope* terendah sampai tertinggi seperti ditunjukkan

pada tabel 9 untuk 3 jam lembur dan tabel 10 untuk 2 jam lembur.

Tabel 9 Cost Slope dari yang terkecil untuk 3 jam lembur

NO	Uraian Pekerjaan	Normal Duration	Crash Duration (day)	Cast Slope
31	Pembesian Plat Kanopi Struktur Atap	3	2	Rp337.484,34
42	Pembesian Kolom (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp413.895,92
43	Pembesian Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp413.895,92
45	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp413.895,92
48	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp432.998,74
40	Lantai Kerja Beton fc = 7,4 MPa (K-100), t = 5 cm	3	2	Rp461.653,12
41	Pembesian Plat Lantai dasar	3	2	Rp538.064,70
46	Pembesian Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp538.064,70
27	Pembesian Kolom Struktur Atap	4	3	Rp680.290,71
44	Bekisting Balok (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp805.505,08
11	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Tangga lantai 1	4	3	Rp904.562,31
47	Bekisting Plat Lantai (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp1.712.892,18
8	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat lantai 1	14	11	Rp2.026.050,49
14	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Kolom Lantai 2	15	12	Rp2.129.940,68
30	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Struktur Atap	16	13	Rp2.190.911,80
17	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Lantai 2	15	12	Rp2.306.455,08
20	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Lantai 2	15	12	Rp2.482.969,48
33	Pembesian Balok Struktur Atap 2	16	13	Rp2.745.239,21
25	Pembesian Plat Lantai 3	15	12	Rp2.906.604,52
28	Pembesian Balok Struktur Atap	16	13	Rp3.259.971,56
3	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Kolom Lantai 1	11	9	Rp3.269.691,72
7	Pembesian Plat Lantai 1	8	6	Rp3.304.269,24

Sumber : Penulis, 2022

Tabel 10 Cost Slope dari yang terkecil untuk 2 jam lembur

NO	Uraian Pekerjaan	Normal Duration	Crash Duration (day)	Cast Normal	Cast Crashing	Cast Slope
31	Pembesian Plat Kanopi Struktur Atap	3	2	Rp1.717.200,00	Rp1.723.817,32	Rp6.617,32
42	Pembesian Kolom (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.114.115,60	Rp8.115,60
43	Pembesian Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.114.115,60	Rp8.115,60
45	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.114.115,60	Rp8.115,60
48	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.203.200,00	Rp2.211.690,12	Rp8.490,12
40	Lantai Kerja Beton fc = 7,4 MPa (K-100), t = 5 cm	3	2	Rp2.349.000,00	Rp2.358.052,00	Rp9.052,00
41	Pembesian Plat Lantai dasar	3	2	Rp2.737.800,00	Rp2.748.350,28	Rp10.550,28
46	Pembesian Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.737.800,00	Rp2.748.350,28	Rp10.550,28
44	Bekisting Balok (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp4.098.600,00	Rp4.114.394,16	Rp15.794,16
47	Bekisting Plat Lantai (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp8.715.600,00	Rp8.749.185,96	Rp33.585,96
27	Pembesian Kolom Struktur Atap	4	3	Rp1.965.600,00	Rp2.219.821,38	Rp254.221,38
11	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Tangga lantai 1	4	3	Rp2.613.600,00	Rp2.951.630,58	Rp338.030,58
30	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Struktur Atap	16	13	Rp14.342.400,00	Rp17.547.158,98	Rp3.204.758,98
17	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Lantai 2	15	12	Rp15.876.000,00	Rp19.124.614,32	Rp3.248.614,32
20	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Lantai 2	15	12	Rp17.091.000,00	Rp20.588.232,72	Rp3.497.232,72
33	Pembesian Balok Struktur Atap 2	16	13	Rp17.971.200,00	Rp21.986.802,24	Rp4.015.602,24
28	Pembesian Balok Struktur Atap	16	13	Rp21.340.800,00	Rp26.109.327,66	Rp4.768.527,66
3	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Kolom Lantai 1	11	9	Rp13.959.000,00	Rp17.197.516,80	Rp3.238.516,80
24	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok Lantai 3	10	8	Rp15.930.000,00	Rp19.189.664,00	Rp3.259.664,00
10	Bekisting Tangga (1x Pakai) Lantai 1	7	6	Rp6.615.000,00	Rp8.537.774,40	Rp1.922.774,40
26	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Lantai 3	12	10	Rp16.200.000,00	Rp20.328.084,00	Rp4.128.084,00
8	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat lantai 1	14	12	Rp14.817.600,00	Rp19.124.614,32	Rp4.307.014,32

4.3.5 Analisa Percepatan Durasi

Setelah diperoleh crash duration dari analisa sebelumnya, maka dengan bantuan program Microsoft Project dilakukan *controlling* kembali yaitu dengan e-ISSN: 2964-5158

mengganti durasi normal dengan durasi *crash* pada kegiatan kritis. Berdasarkan langkah-langkah metode analisis data pada Bab 3 maka yang dilakukan adalah mempercepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi *slope* biaya terendah.

Disini berdasarkan *alternative*:

- 3 jam menggunakan kombinasi *cost slope* terkecil yaitu dari *range* (Rp.300.000,00 – Rp.2.000.000,00) terdapat 12 item pekerjaan yang akan dilakukan percepatan.
- 2 jam menggunakan kombinasi *cost slope* terkecil yaitu dari *range* (Rp.6.000,00 – Rp.300.000,00) terdapat 11 item pekerjaan yang akan dilakukan percepatan.

Tabel 11 Percepatan Durasi berdasarkan kombinasi cost slope untuk 3 jam lembur

NO	Uraian Pekerjaan	Normal Duration	Crash Duration (day)	Cast Normal	Cast Crashing	Cast Slope
1	Pembesian Plat Kanopi Struktur Atap	3	2	Rp1.717.200,00	Rp2.054.684,34	Rp337.484,34
2	Pembesian Kolom (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.519.895,92	Rp413.895,92
3	Pembesian Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.519.895,92	Rp413.895,92
4	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.519.895,92	Rp413.895,92
5	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.203.200,00	Rp2.636.198,74	Rp432.998,74
6	Lantai Kerja Beton fc = 7,4 MPa (K-100), t = 5 cm	3	2	Rp2.349.000,00	Rp2.810.653,12	Rp461.653,12
7	Pembesian Plat Lantai dasar	3	2	Rp2.737.800,00	Rp3.275.864,70	Rp538.064,70
8	Pembesian Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.737.800,00	Rp3.275.864,70	Rp538.064,70
9	Pembesian Kolom Struktur Atap	4	3	Rp1.965.600,00	Rp2.545.890,71	Rp680.290,71
10	Bekisting Balok (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp4.098.600,00	Rp4.904.105,08	Rp805.505,08
11	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Tangga lantai 1	4	3	Rp2.613.600,00	Rp3.518.162,31	Rp904.562,31
12	Bekisting Plat Lantai (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp8.715.600,00	Rp10.428.492,18	Rp1.712.892,18

Sumber : Penulis, 2022

Berdasarkan tabel 11 hasil perhitungan total durasi proyek setelah dilakukan *Crashing* untuk 3 jam lembur pada tiap-tiap pekerjaan pada kombinasi *cost slope* terendah yang dimana durasi normal penyelesaian proyek adalah 106 hari kerja menjadi 94 hari. Dan untuk total kombinasi *cost slope* dari yang terendah yaitu sebesar Rp.7.653.203,64.

Tabel.12 Percepatan Durasi berdasarkan kombinasi *cost slope* untuk 2 jam lembur

No	Uraian Pekerjaan	Normal Duration	Crash Duration (day)	Cost Normal	Cost Crashing	Cost Slope
1	Pembesian Plat Kanopi Struktur Atap	3	2	Rp1.717.200,00	Rp1.723.817,32	Rp6.617,32
2	Pembesian Kolom (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.114.115,60	Rp8.115,60
3	Pembesian Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.114.115,60	Rp8.115,60
4	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.106.000,00	Rp2.114.115,60	Rp8.115,60
5	Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.203.200,00	Rp2.211.690,12	Rp8.490,12
6	Lantai Kerja Beton fc = 7,4MPa (K-100), t = 5 cm	3	2	Rp2.349.000,00	Rp2.358.052,00	Rp9.052,00
7	Pembesian Plat Lantai dasar	3	2	Rp2.737.800,00	Rp2.748.550,28	Rp10.550,28
8	Pembesian Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp2.737.800,00	Rp2.748.550,28	Rp10.550,28
9	Bekisting Balok (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp4.098.600,00	Rp4.114.394,16	Rp15.794,16
10	Bekisting Plat Lantai (2x Pakai) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	Rp8.715.600,00	Rp8.749.185,96	Rp33.585,96
11	Pembesian Kolom Struktur Atap	4	3	Rp1.965.600,00	Rp2.219.821,38	Rp254.221,38

Sumber : Penulis, 2022

Berdasarkan tabel 12 hasil perhitungan total durasi proyek setelah dilakukan *crashing* untuk 2 jam lembur pada tiap-tiap pekerjaan pada kombinasi *cost slope* terendah yang dimana durasi normal penyelesaian proyek adalah 106 hari kerja menjadi 95 hari. Dan untuk total kombinasi *cost slope* dari yang terendah yaitu sebesar Rp.373.208,30.

4.4 Hasil Penelitian

Setelah melakukan proses percepatan menggunakan penambahan jam kerja pada kegiatan-kegiatan kritis maka biaya langsungnya mengalami kenaikan sementara biaya tidak langsung mengalami penurunan. Pada proyek ini, biaya tidak langsung meliputi biaya *profit* dan biaya *overhead*. Dimana biaya profit dan overhead itu sendiri merupakan biaya yang dikeluarkan secara tidak langsung seperti keuntungan gaji, biaya listrik, operasional, dan lain-lain. Dalam proyek ini, bobot biaya langsung sebesar 90% dan bobot biaya tidak langsung sebesar 10% dimana terdiri dari bobot biaya *overhead* sebesar 3% dan *profit* sebesar 7%. Berikut perhitungan biaya langsung dan biaya tidak langsung dengan (penambahan jam kerja / lembur) antara keadaan normal dan setelah percepatan adalah sebagai berikut:

4.4.1 Total Perubahan Waktu dan Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja

4.4.1.1 Proyek Pada Kondisi Normal

Durasi normal = 106 hari
 Rencana anggaran biaya = Rp. 27.473.302.000,00

$$1) \text{ Profit} = \text{Total biaya proyek} \times 7\% \\ = \text{Rp.27.473.302.000,00} \times 7\% \\ = \text{Rp.1.923.131.140,00}$$

$$2) \text{ Biaya overhead} = \text{Total biaya proyek} \times 3\%$$

$$= \text{Rp.27.473.302.000,00} \times 3\% \\ = \text{Rp.824.199.060,00}$$

$$3) \text{ Overhead per hari} = \frac{\text{biaya overhead}}{\text{durasi normal}} \\ = \frac{\text{Rp.824.199.060,00}}{106} \\ = \text{Rp.7.775.462,83}$$

Setelah mendapatkan nilai *profit* dan biaya *overhead*, maka selanjutnya dapat menghitung biaya langsung dan biaya tidak langsung:

$$4) \text{ Direct cost} = 90\% \times \text{Total biaya proyek} \\ = 90\% \times \text{Rp.27.473.302.000,00} \\ = \text{Rp.24.725.971.800,00}$$

$$5) \text{ Indirect cost} = \text{Profit} + \text{Biaya overhead} \\ = \text{Rp.1.923.131.140,00} + \text{Rp.824.199.060,00} \\ = \text{Rp.2.747.330.200}$$

$$6) \text{ Biaya total proyek} = \text{Direct Cost} + \text{Indirect Cost} \\ = \text{Rp. 24.725.971.800,00} + \text{Rp.2.747.330.200} \\ = \text{Rp.27.473.302.000,00}$$

4.4.1.2 Biaya Proyek Pada Kondisi Percepatan

Dalam perhitungan ini menggunakan nilai *cost slope* terkecil:

a. Penambahan jam lembur 3 jam

Durasi crashing = 94 hari (didapat setelah melakukan percepatan durasi pada tabel 4.11

$$a. \text{ Biaya Langsung} \\ = \text{biaya langsung normal} + \text{kombinasi} \\ \text{cost slope terkecil 3 jam} \\ = \text{Rp. 24.725.971.800,00} + \text{Rp.} \\ \text{7.653.203,64.} \\ = \text{Rp. 24.733.625.003,64}$$

$$b. \text{ Biaya tidak langsung} \\ = (\text{durasi crashing} \times \text{overhead per hari}) + \\ \text{profit} \\ = (94 \times \text{Rp.7.775.462,83}) + \\ \text{Rp.1.923.131.140,00} \\ = \text{Rp.2.654.024.646,02}$$

$$c. \text{ Total biaya proyek} \\ = \text{direct cost} + \text{indirect cost} \\ = \text{Rp. 24.733.625.003,64} + \text{Rp.} \\ \text{2.654.024.646,02} \\ = \text{Rp.27.387.649.649,66}$$

Tabel 13 Perubahan waktu dan biaya akibat penambahan 3 jam kerja lembur

NO	URAIAN	WAKTU	BIAYA
1	DURASI NORMAL	106 HARI	Rp27.473.302.000,00
2	DURASI DIPERCEPAT 3 jam	94 HARI	Rp27.387.649.649,66
	Selisih	12 HARI	Rp85.652.350,34

Sumber : Penulis, 2022

Berdasarkan tabel 13 dapat diketahui bahwa dengan melakukan penambahan jam kerja selama 3 jam, waktu dapat dipercepat selama 94 hari selisih 12 hari

dari durasi normalnya yaitu 106 hari sedangkan untuk total biaya diperoleh Rp27.387.649.649,66 selisih Rp.85.652.350,34 dari biaya normalnya yaitu sebesar Rp27.473.302.000,00.

b. Penambahan jam lembur 2 jam

Durasi crashing = 95 hari (didapat setelah melakukan percepatan durasi pada tabel 4.12

a. Biaya Langsung
 = biaya langsung normal + kombinasi cost slope terkecil 2 jam
 = Rp. 24.725.971.800,00 + Rp. 373.208,30
 = Rp. 24.726.345.008,30

b. Biaya tidak langsung
 = (durasi crashing x overhead per hari) + profit
 = (95 x Rp.7.775.462,83) + Rp.1.923.131.140,00
 = Rp.2.661.800.108,85

c. Total biaya proyek
 = direct cost + indirect cost
 = Rp. 24.726.345.008,30 + Rp. 2.661.800.108,85
 = **Rp. 27.388.145.117,15**

Tabel 14 Perubahan waktu dan biaya akibat penambahan 2 jam kerja lembur

NO	URAIAN	WAKTU	BIAYA
1	DURASI NORMAL	106 HARI	Rp27.473.302.000,00
2	DURASI DIPERCEPAT	95 HARI	Rp27.388.145.117,15
		11 HARI	Rp85.156.882,85

Sumber : Penulis, 2022

Berdasarkan tabel 14 dapat diketahui bahwa dengan melakukan penambahan jam kerja selama 2 jam, waktu dapat dipercepat selama 95 hari selisih 11 hari dari durasi normalnya yaitu 106 hari sedangkan untuk biaya Rp27.388.145.117,15 diperoleh selisih Rp85.156.882,85 dari biaya normalnya yaitu sebesar Rp27.473.302.000,00.

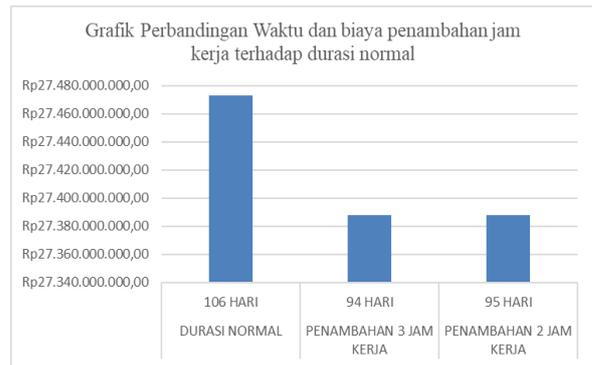
Berdasarkan hasil perhitungan diatas dibuat perbandingan biaya dan waktu dari penambahan 2 dan 3 jam kerja terhadap waktu dan durasi normal proyek.

Tabel 15 Perbandingan Waktu dan Biaya dipercepat terhadap durasi normal

NO	URAIAN	WAKTU	BIAYA
1	DURASI NORMAL	106 HARI	Rp27.473.302.000,00
2	PENAMBAHAN 3 JAM KERJA	94 HARI	Rp27.387.649.649,66
3	PENAMBAHAN 2 JAM KERJA	95 HARI	Rp27.388.145.117,15

Sumber : Penulis, 2022

Berdasarkan tabel diatas dibuat grafik perbandingan waktu dan biaya akibat penambahan jam kerja selama 3 dan 2 jam dengan biaya dan durasi normal proyek. Yang dapat dilihat pada gambar 2 dibawah ini:



Gambar 2. Grafik Perbandingan Biaya (Sumber : Penulis, 2022)

Berdasarkan gambar diatas dapat diketahui bahwa durasi normal 106 hari dengan biaya sebesar Rp27.473.302.000,00 setelah dilakukan penambahan 3 jam kerja diketahui durasi mengalami penurunan menjadi 94 hari dengan biaya sebesar Rp27.387.649.649,66 sedangkan untuk penambahan 2 jam kerja diketahui durasi mengalami penurunan menjadi 95 hari dengan biaya sebesar Rp27.388.145.117,15

a. Efisiensi waktu proyek 3 jam kerja

= 106 Hari – 94 Hari = 12 Hari Atau

= $\frac{106-94}{106} \times 100\% = 0,11 \%$

b. Efisiensi biaya proyek 3 jam kerja

= $\frac{Rp.27.473.302.000,00 - Rp.27.387.649.649,66}{Rp.27.473.302.000,00} \times 100\%$

= 0,003 %

c. Efisiensi waktu proyek penambahan 2 jam kerja

= 106 Hari – 95 Hari = 11 Hari Atau

= $\frac{106-95}{106} \times 100\% = 0,10 \%$

d. Efisiensi biaya proyek penambahan 2 jam kerja

= $\frac{Rp.27.473.302.000,00 - Rp.27.388.145.117,15}{Rp.27.473.302.000,00} \times 100\%$

= 0,003 %

Dapat diketahui bahwa perbandingan waktu dan biaya setelah dilakukan percepatan dengan penambahan 3 jam dapat menghemat waktu sebesar 0,11% dimana biaya proyek tereduksi sekitar 0.003%. Sedangkan dengan penambahan 2 jam dapat menghemat waktu sebesar 0,10% dimana biaya proyek ikut tereduksi sekita 0.003%. Pada studi kasus kali ini disimpulkan bahwa metode yang paling efektif untuk diterapkan pada Pembangunan Gedung Asrama Haji Embarkasi Transit Waiheru Ambon adalah metode dengan penambahan 2 jam lembur. karena dilihat dari waktu yang tereduksi dan pengaruhnya terhadap biaya

proyek juga tidak memberikan dampak yang buruk. Dimana biaya proyek juga ikut tereduksi.

4.4.2 Biaya Optimal dan Durasi Optimal

Setelah melakukan proses percepatan sehingga memperoleh *crash duration*, *crash cost* dan *cost slope* maka langkah selanjutnya adalah menghitung total biaya dari biaya langsung dan biaya tidak langsung untuk mengetahui biaya dan durasi optimal.

Adapun hasil perhitungan untuk alternatif penambahan jam kerja lembur tersaji dalam Tabel 16 untuk 3 jam kerja dan Tabel 17 untuk 2 jam kerja.

Tabel 16 Perhitungan total biaya proyek untuk 3 jam kerja

Uraian Pekerjaan	Normal Duration	Crash Duration (day)	Total Crash (day)	Total Duration (day)	Cost Slope	Biaya Langsung	Biaya tidak Langsung	Total biaya
DURASI NORMAL	106			106		Rp24.725.971.800,00	Rp2.747.330.200,00	Rp27.473.302.000
Pembesian Plat Kanopi Struktur Atap	3	2	1	105	Rp337.484,34	Rp24.726.309.284,34	Rp2.739.554.737,15	Rp27.465.864.021,49
Pembesian Kolom (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	104	Rp413.895,92	Rp24.726.385.695,92	Rp2.731.779.274,32	Rp27.458.164.970,24
Pembesian Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	103	Rp413.895,92	Rp24.726.385.695,92	Rp2.724.003.811,49	Rp27.450.389.507,41
Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	102	Rp413.895,92	Rp24.726.385.695,92	Rp2.716.228.348,66	Rp27.442.614.044,58
Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	101	Rp432.998,74	Rp24.726.404.798,74	Rp2.708.452.885,83	Rp27.434.857.684,57
Lantai Kerja Beton fc = 7,4 MPa (K-100), t = 5 cm	3	2	1	100	Rp461.653,12	Rp24.726.433.453,12	Rp2.700.677.423,00	Rp27.427.110.876,12
Pembesian Plat Lantai dasar	3	2	1	99	Rp538.064,70	Rp24.726.509.864,70	Rp2.692.901.960,17	Rp27.419.411.824,87
Pembesian Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	98	Rp538.064,70	Rp24.726.509.864,70	Rp2.685.126.497,34	Rp27.411.636.362,04
Pembesian Kolom Struktur Atap	4	3	1	97	Rp680.290,71	Rp24.726.652.090,71	Rp2.677.351.034,51	Rp27.404.003.125,22

Sumber : Penulis, 2022

Durasi optimal adalah durasi yang total biayapenyelesaian yang paling terendah. Maka berdasarkan tabel 16 setelah diketahui total biaya proyek setelah dilakukan percepatan pada 12 item pekerjaan diatas maka dapat diketahui bahwa durasi optimal sebesar 94 hari kerja dan biaya optimal sebesar Rp.27.388.709.338,20

Tabel 4.17 Perhitungan total biaya proyek untuk 2 jam kerja

Uraian Pekerjaan	Normal Duration	Crash Duration (day)	Total Crash (day)	Total Duration (day)	Cost Slope	Biaya Langsung	Biaya tidak Langsung	Total biaya
DURASI NORMAL	106			106		Rp24.725.971.800,00	Rp2.747.330.200,00	Rp27.473.302.000
Pembesian Plat Kanopi Struktur Atap	3	2	1	105	Rp6.617,32	Rp24.725.978.417,32	Rp2.739.554.737,15	Rp27.465.533.15
Pembesian Kolom (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	104	Rp8.115,60	Rp24.725.979.915,60	Rp2.731.779.274,32	Rp27.457.759.18
Pembesian Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	103	Rp8.115,60	Rp24.725.979.915,60	Rp2.724.003.811,49	Rp27.449.983.72
Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Balok (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	102	Rp8.115,60	Rp24.725.979.915,60	Rp2.716.228.348,66	Rp27.442.208.26
Beton Ready Mix fc = 25 Mpa Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	101	Rp6.490,12	Rp24.725.980.290,12	Rp2.708.452.885,83	Rp27.434.433.17
Lantai Kerja Beton fc = 7,4 MPa (K-100), t = 5 cm	3	2	1	100	Rp9.052,00	Rp24.725.980.832,00	Rp2.700.677.423,00	Rp27.426.658.27
Pembesian Plat Lantai dasar	3	2	1	99	Rp10.530,28	Rp24.725.982.330,28	Rp2.692.901.960,17	Rp27.418.884.31
Pembesian Plat Penutup (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	98	Rp10.530,28	Rp24.725.982.330,28	Rp2.685.126.497,34	Rp27.411.108.84
Bekisting Balok (2x Pakan) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	97	Rp15.794,16	Rp24.726.987.594,16	Rp2.677.351.034,51	Rp27.403.338.62
Bekisting Plat Lantai (2x Pakan) (pekerjaan rumah pompa)	3	2	1	96	Rp33.585,96	Rp24.726.003.385,96	Rp2.669.375.571,68	Rp27.395.380.95
Pembesian Kolom Struktur Atap	4	3	1	95	Rp254.221,38	Rp24.726.226.021,38	Rp2.661.800.108,85	Rp27.388.026.13

Sumber: Penulis, 2022

Durasi optimal adalah durasi yang total biaya penyelesaian yang paling terendah. Maka berdasarkan tabel 17 setelah diketahui total biaya proyek setelah dilakukan percepatan pada 11 item pekerjaan maka dapat diketahui bahwa durasi optimal sebesar 95 hari kerja dan biaya optimal sebesar Rp.27.388.026.130,23.

Berdasarkan tabel 4.16 dan tabel 4.17 dapat diketahui setelah perhitungan total biaya proyek pada masing-masing percepatan dengan alternatif penambahan jam kerja didapat durasi optimal pada penambahan 3 jam lembur sebesar 94 hari kerja dan biaya optimal sebesar Rp.27.388.709.338,20. Sedangkan untuk durasi optimal pada penambahan 2 jam lembur sebesar 95 hari kerja dan biaya optimal sebesar Rp.27.388.026.130,23.

Berdasarkan hasil diatas dapat diketahui bahwa durasi optimal dan biaya yang paling optimal dalam mempercepat pembangunan gedung Asrama Haji Embarkasi Transit Waiheru Ambon yaitu pada alternative penambahan 2 jam kerja sebesar sebesar 95 hari kerja dan biaya optimal sebesar Rp.27.388.026.130,23. Yang didapat dari total biaya penyelesaian yang paling terendah.

5. PENUTUP

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dengan Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off* yang ditetapkan pada Pembangunan Gedung Asrama haji Embarkasi Transit Waiheru Ambon, diperoleh kesimpulan yaitu :

1. Dari data yang diperoleh dapat dilihat durasi normal proyek adalah 106 hari kerja dengan biaya sebesar Rp. 27.473.302.000,00. setelah dilakukan percepatan dengan penambahan 3 jam dapat

menghemat waktu sebesar 0,11% dimana biaya proyek tereduksi sekitar 0.003%. Sedangkan dengan penambahan 2 jam dapat menghemat waktu sebesar 0,10% dimana biaya proyek ikut tereduksi sekita 0.003%.

2. Berdasarkan hasil perhitungan total biaya proyek pada masing-masing alternative penambahan jam kerja diketahui bahwa biaya yang paling optimal dan durasi optimal yaitu pada alternatif penambahan 2 jam kerja selama 95 hari kerja dengan biaya sebesar Rp.27.388.026.130,23.

5.2 Saran

1. Dengan menggunakan metode time cost trade off dengan alternative penambahan jam kerja maka akan berpengaruh kepada para tenaga kerja akibat turunnya produktivitas sehingga berpengaruh kepada hasil pekerjaan.
2. Metode penelitian ini, hanya menggunakan Alternatif percepatan dengan prinsip penambahan jam kerja. Maka akan lebih baik jika penelitian selanjutnya dapat menggunakan Alternatif lainnya seperti, penambahan sift kerja, penambahan tenaga kerja, atau juga dapat menggunakan *Fast track*, *what if* dan berbagai metode lainnya agar dapat membandingkan metode mana yang lebih efektif dari segi waktu dan biaya.
3. Untuk objek penelitian tidak harus selalu berfokus pada pekerjaan pembangunan gedung, bisa juga peneliti selanjutnya dapat mengambil objek pembangunan jalan, pembangunan jembatan, pembangunan bendungan, serta pembangunan infrastruktur lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Priyo, Mandiyo dan Muhammad Raa'uf aulia (2015). *Aplikasi Metode Time Cost Trade Off* pada Proyek Konstruksi studi kasus Proyek Pembangunan gedung Indonesia.
- Stiawan, Bagus Budi. 2012, Analisis Pertukaran Biaya dan Waktu dengan Metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* pada Proyek Pembangunan Gedung di Jakarta.
- Andi Maddepongeng.2015, Analisis Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode *Time Cost Trade Off (TCTO)*.Jurnal Teknik Sipil, Volume 4 No 1.Universitas Sultan Ageng Tirtasaya.Banten.
- Wateno Oetomo,Priyoto dan Uhad. 2017, Analisis Waktu dan Biaya dengan Metode *Crash Duration* Pada Keterlambatan Proyek Pembangunan Jembatan Sei Hanyu Kabupaten Kapuas.Media Teknik Sipil, Volume 6 No 1.
- Soeharto. Iman, 1999, *Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional)*, Erlangga Jakarta.
- Nailul Izzah. 2017, Analisis Pertukaran Waktu dan Biaya Menggunakan Metode *Time Cost Trade Off (TCTO)* pada Proyek

Pembangunan Perumahan di PT.X.Jurnal Teknik Sipil, Volume 10 No 1.Sekolah Tinggi Teknik Qomaruddin.Gresik.

- Suherman. 2016, Optimasi Waktu dan Biaya Menggunakan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek *Access Road Construction and Soil Clean Up*.Jurnal Teknik Industri, Volume 2 No. 2.UIN Sultan Kasim Riau.
- Saputro, Rois. 2015. Analisa Percepatan dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Pembangunan Hotel Ien Padjajaran Malang. Institut Teknologi Nasional Malang.
- Frederika. Ariany, 2010, *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.14, No.2.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*. Jakarta: Erlangga
- Ali. Tubagus Haeder, 2007, *Prinsip-prinsip Network Planning*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta
- Pamungkas. Rita Nawangsari & Hidayat. Rizki Taufik, 2011, *Analisis Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi*, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Buluatie. Nurhadinata, 2013, *Optimalisasi Biaya dan Waktu dengan Metode Time Cost Trade Off pada Proyek Revitalisasi Gedung BPJS Kota Gorontalo*, Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol.1, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo.
- Chuasairi. Moch. Mas Suryanto HS, 2015, Studi Optimasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Pembangunan Gedung Tipe B Smpn Baru Siwalankerto, *Rekayasa Teknik Sipil Vol 2 Nomer 2/rekat/15* (2015).
- Soeharto, I (1995), *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional*, Erlangga, Jakarta