

**ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PROYEK KONSTRUKSI DENGAN PENAMBAHAN
JAM KERJA (LEMBUR) DIBANDINGKAN DENGAN PENAMBAHAN TENAGA KERJA
MENGUNAKAN METODE TIME COST TRADE OFF¹**

***(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Pasca Sarjana, Fakultas Theologi Weda Bhakti,
Universitas Sanata Dharma Yogyakarta)***

Ari Yudistira², Mandiyo Priyo³, Anita Widiati⁴

INTISARI

Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Tolak ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Pengelolaan proyek secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan, dan juga menghindarkan dari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek. Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan variasi penambahan jam kerja (lembur) serta membandingkan hasil antara biaya denda dengan perubahan biaya sesudah penambahan jam kerja (lembur).

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana. Analisis data menggunakan program Microsoft Project 2007 dan metode time cost trade off. Hasil dari program Microsoft Project 2007 adalah lintasan kritis dan hasil dari metode time cost trade off adalah percepatan durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa : (1) Waktu dan biaya optimum penambahan lembur 1 jam didapat pada umur proyek 211,96 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.060.580.214,26. Untuk penambahan jam lembur 2 jam didapat pada umur 209,28 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.060.628.119,27, dan penambahan lembur 3 jam didapat pada umur proyek 220,80 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.065.678.161,01. Dari ketiga penambahan jam lembur didapatkan biaya termurah yaitu terdapat pada penambahan jam lembur 2 dengan durasi 209,28 hari dan total biaya proyek Rp 5.060.628.119,27. (2) Waktu dan biaya total akibat penambahan tenaga kerja 1 didapat pada umur proyek 211,96 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.056.162.244,87. Untuk penambahan tenaga kerja 2 didapatkan pada umur 209,28 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.053.437.949,00, dan pada penambahan tenaga kerja 3 didapatkan pada durasi 220,80 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.065.282.205,85. (3) Perbandingan jam lembur (lembur 2 jam, dengan durasi 209,28 hari kerja dan total biaya proyek sebesar Rp 5.060.628.119,27), dan dengan penambaha tenaga kerja 2 (tenaga kerja 2 durasi 209,29 hari kerja dan total biaya proyek sebesar Rp 5.053.437.949,00) didapatkan nilai termurah terdapat pada penambahan tenaga kerja dengan durasi 209,29 hari kerja dan total biaya proyek sebesar Rp 5.053.437.949,00. (4) Biaya mempercepat durasi proyek dengan penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

Kata kunci : Microsoft Project, Time Cost Trade Off, Penambahan Jam Lembur, Penambahan Tenaga Kerja.

¹Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

²Mahasiswa jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

NIM: 20110110151 , e-mail : yudistiraari40@yahoo.co.id

³Dosen Pembimbing I

⁴Dosen Pembimbing II

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Tolak ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Pengelolaan proyek secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat, sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan, dan juga menghindarkan dari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek.

Penelitian ini membahas percepatan waktu proyek dan biaya proyek pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir dengan metode penambahan jam kerja (lembur). Untuk bisa mendapatkan hal tersebut maka yang harus dilakukan dalam percepatan waktu dan biaya adalah membuat jaringan kerja proyek (*network*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek serta mengetahui jumlah sumber daya (*resources*).

Rumusan Masalah

Penelitian ini diharapkan dapat memiliki suatu kejelasan dalam pengerjaannya, sehingga dibuat rumusan masalah antara lain:

1. Berapakah besarnya perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek antara sebelum dan sesudah penambahan jam kerja (lembur) ?
2. Berapakah perbandingan waktu dan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dengan biaya denda ?

Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis perkiraan waktu dan biaya akibat sebelum dan sesudah penambahan jam kerja (lembur).
2. Menganalisis perbandingan waktu dan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dengan biaya akibat denda.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan kebijakan pelaksanaan proyek.

2. Sebagai bahan acuan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan, khususnya dalam ilmu manajemen operasional dan dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Ardika (2014) menyebutkan bahwa mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Ada kalanya jadwal proyek harus dipercepat dengan berbagai pertimbangan dari pemilik proyek. Proses mempercepat kurun waktu tersebut disebut *crash program*.

Hidayat (2016) menyatakan bahwa durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada faktor untuk melaksanakan percepatan suatu aktivitas, yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan lembur, penggunaan alat berat, dan perubahan metode konstruksi di lapangan.

3. LANDASAN TEORI

Metode CPM (*Critical Path Method*)

CPM (*Critical Path Method*) adalah suatu metode dengan menggunakan *arrow diagram* dalam menentukan lintasan kritis sehingga kemudian disebut juga sebagai diagram lintasan kritis.

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

Di dalam analisa *time cost trade off* ini dengan berubahnya waktu penyelesaian proyek maka berubah pula biaya yang akan dikeluarkan. Apabila waktu pelaksanaan dipercepat maka biaya langsung proyek akan bertambah dan biaya tidak langsung proyek akan berkurang.

Ada beberapa macam cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek. Cara-cara tersebut antara lain :

- a. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).
- b. Penambahan tenaga kerja
- c. Pergantian atau penambahan peralatan
- d. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
- e. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

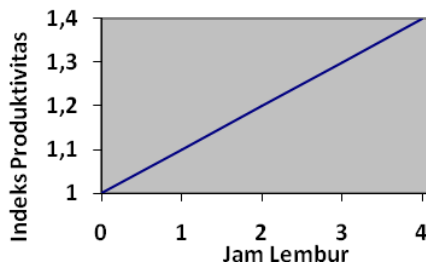
Cara-cara tersebut dapat dilaksanakan secara terpisah maupun kombinasi, misalnya kombinasi penambahan jam kerja sekaligus penambahan jumlah tenaga kerja, biasa disebut giliran (*shift*), dimana unit pekerja untuk pagi sampai sore berbeda dengan dengan unit pekerja untuk sore sampai malam.

Produktivitas Pekerja

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan.

Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) para pekerja maupun alat berat. Semakin besar penambahan jam kerja (lembur) dapat menimbulkan penurunan produktivitas. Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, dan 3 jam, sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas, indikasi dari penurunan produktivitas pekerja terhadap penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Indikasi Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja (Sumber: Soeharto, 1997).

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

1. Produktivitas harian

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}}$$
2. Produktivitas tiap jam

$$= \frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja perhari}}$$
3. Produktivitas harian sesudah *crash*

$$= (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Produktivitas tiap jam}) + (a \times b \times \text{Produktivitas tiap jam})$$

Dengan:
 a = lama penambahan jam kerja (lembur)
 b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)
 Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.
4. *Crashduration*

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}}$$

Tabel 1. Koefisien Penurunan 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

Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedia apakah terlalu sesak atau cukup lapang, karena penambahan tenaga kerja pada suatu aktivitas tidak boleh mengganggu pemakaian tenaga kerja untuk aktivitas yang lain yang sedang berjalan pada saat yang sama. Selain itu, harus diimbangi pengawasan karena ruang kerja yang sesak dan pengawasan yang kurang akan menurunkan produktivitas pekerja.

Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut ini :

1. Jumlah tenaga kerja normal =

$$\frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi normal}}$$
2. Jumlah tenaga kerja dipercepat=

$$\frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi dipercepat}}$$

Dari rumus diatas maka akan diketahui jumlah pekerja normal dan jumlah penambahan tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek.

Biaya Tambahan Pekerja (Crash Cost)

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

Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

1. Normal ongkos pekerja perhari

$$= \text{Produktivitas harian} \times \text{Harga satuan upah pekerja}$$
2. Normal ongkos pekerja perjam

$$= \text{Produktivitas perjam} \times \text{Harga satuan upah pekerja}$$
3. Biaya lembur pekerja

= $1,5 \times$ upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur)pertama
 + $2 \times n \times$ upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya

Dengan:

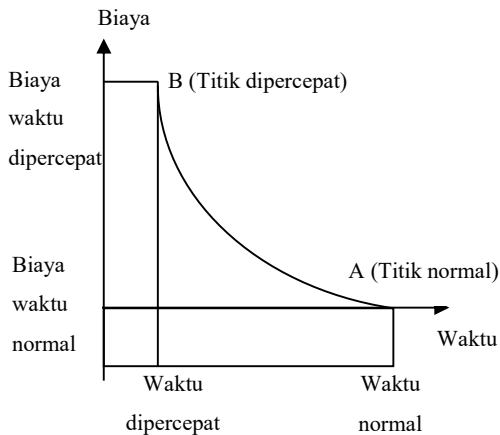
n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)

4. *Crash cost* pekerja perhari
 = (Jam kerja perhari \times Normal *cost* pekerja) + ($n \times$ Biaya lembur perjam)

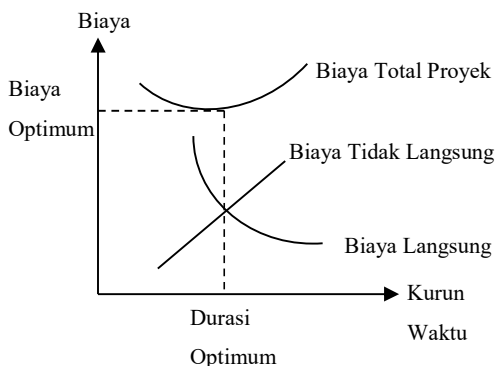
5. *Costslope*
 = $\frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}$

Hubungan Antara Biaya dan Waktu

Biaya total proyek sama dengan penjumlahan dari biaya langsung dan biaya tidak langsung. Biaya total proyek sangat bergantung dari waktu penyelesaian proyek. Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 2. Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan antar titik tersebut disebut dengan kurva waktu biaya. Gambar 3 menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total.



Gambar 2. Hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Sumber: Soeharto, 1997).



Gambar 3. Hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung (Sumber : Soeharto, 1997).

Biaya Denda

Keterlambatan penyelesaian proyek akan menyebabkan kontraktor terkena sanksi berupa denda yang telah disepakati dalam dokumen kontrak. Besarnya biaya denda umumnya dihitung sebagai berikut:

Total denda = total waktu akibat keterlambatan \times denda perhari akibat keterlambatan
 Dengan:

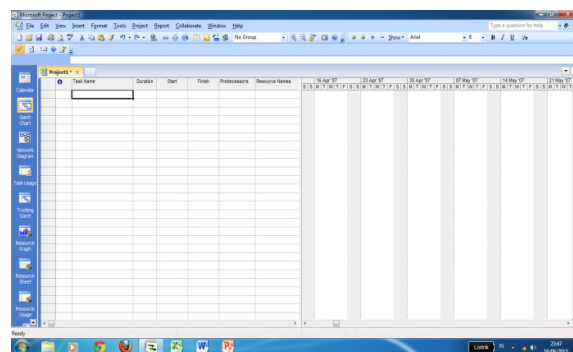
Denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1 permil dari nilai kontrak.

Program Microsoft Project

Program *Microsoft Project* adalah sebuah aplikasi program pengolah lembar kerja untuk manajemen suatu proyek, pencarian data, serta pembuatan grafik.

Beberapa jenis metode manajemen proyek yang di kenal saat ini, antara lain CPM (*Critical Path Method*), PERT (*Program Evaluation Review Technique*), dan Gantt Chart. *Microsoft Project* adalah penggabungan dari ketiganya. *Microsoft project* juga merupakan sistem perencanaan yang dapat membantu dalam menyusun penjadwalan (*scheduling*) suatu proyek atau rangkaian pekerjaan. *Microsoft project* juga membantu melakukan pencatatan dan pemantauan terhadap pengguna sumber daya (*resource*), baik yang berupa sumber daya manusia maupun yang berupa peralatan.

Program *Microsoft project* memiliki beberapa macam tampilan layar, namun sebagai default setiap kali membuka file baru, yang akan ditampilkan adalah *Gantt Chart View*. Tampilan *Gantt Chart View* dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Tampilan layar *Gantt Chart View*.

4. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Prasarana Pengendali Banjir.

Tahap dan Prosedur Penelitian

Suatu penelitian harus dilaksanakan secara sistematis dan dengan urutan yang jelas dan teratur, sehingga akan diperoleh hasil sesuai dengan yang diharapkan. Oleh karena itu, pelaksanaan penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap, yaitu :

Tahap 1 : Persiapan

Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian. Kemudian ditentukan rumusan masalah sampai dengan kompilasi data.

Tahap 2 : Pengumpulan Data

Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti konsultan perencana, kontraktor, dan konsultan pengawas. Variabel yang sangat mempengaruhi dalam percepatan waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

1. Variabel Waktu

Data yang mempengaruhi variabel waktu diperoleh dari kontraktor PT. C. Data yang dibutuhkan untuk variabel waktu adalah :

- a. Data *cumulative progress* (kurva-S), meliputi :
 - 1) Jenis kegiatan
 - 2) Prosentase kegiatan
 - 3) Durasi kegiatan
- b. Rekapitulasi perhitungan biaya proyek.

2. Variabel biaya

Semua data-data yang mempengaruhi variabel biaya diperoleh dari kontraktor PT. C. Data-data yang diperlukan dalam variabel biaya antara lain :

- a. Daftar rencana anggaran biaya (RAB) penawaran, meliputi :
 - 1) Jumlah biaya normal
 - 2) Durasi normal
- b. Daftar-daftar harga satuan upah, bahan dan alat.
- c. Analisis harga satuan pekerjaan.

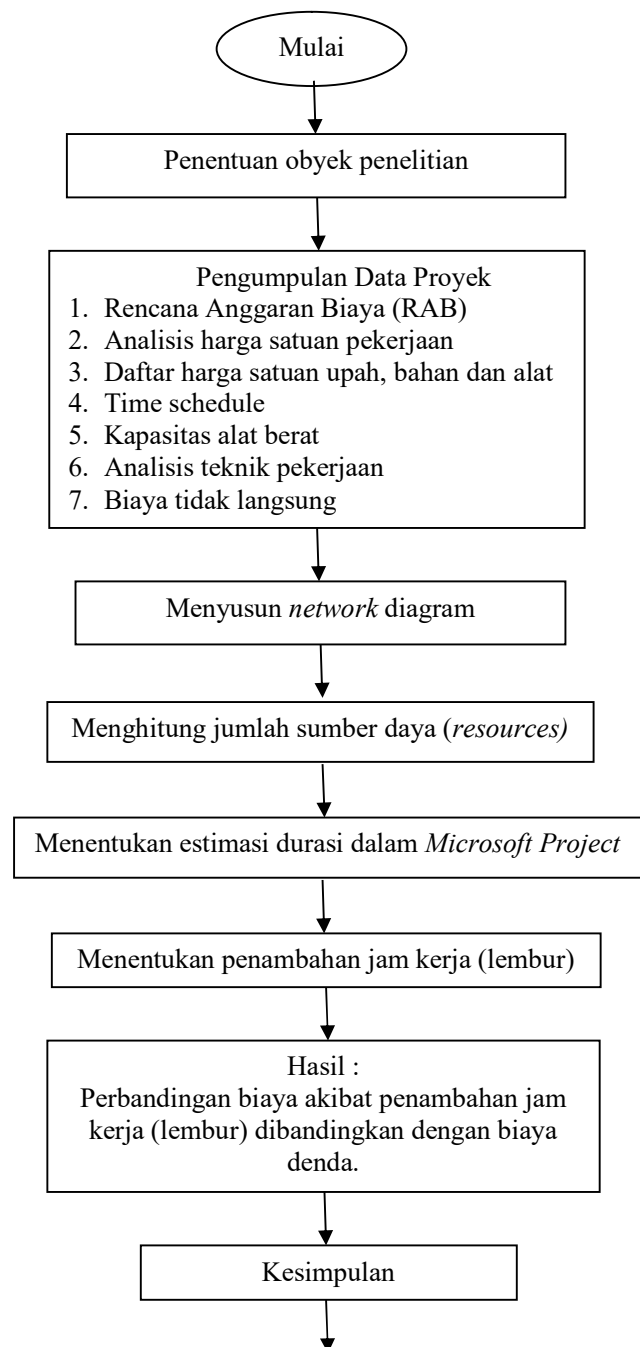
Data-data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan ini diperoleh dari kontraktor PT. C, meliputi :

1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
2. Analisa harga satuan pekerjaan

3. Daftar-daftar harga satuan upah, bahan dan alat
4. *Time schedule*
5. Analisis teknik pekerjaan
6. Biaya tidak langsung
- 7.

Tahap 3 : Analisis percepatan dengan aplikasi program dan metode *time cost trade Off*
Analisis data dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project 2007*, *Metode Time Cost Trade Off* dan *Microsoft Excel 2007*.

Tahapan penelitian secara skematis dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 5.



Selesai

Gambar 5. Bagan alir penelitian

Tahap 4 : Kesimpulan

Kesimpulan disebut juga pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari Proyek Pembangunan Pengendalian Banjir adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek : A
 Konsultan Supervisi: PT. B
 Kontraktor : PT. C
 Anggaran : Rp.5.066.518.382,22
 Waktu pelaksanaan : 222 Hari kerja

Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis

Pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan kegiatan - kegiatan kritis adalah pekerjaan dengan pada Tabel 2. Alasan-alasan pemilihan item kegiatan yang ada dalam kegiatan kritis adalah :

1. Kegiatan kritis yang terpilih memiliki *resource work* atau yang memiliki pekerja sehingga bisa *dicrashing*.
2. Pada kegiatan kritis terpilih dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur atau dengan penambahan jumlah tenaga kerja. Jika dilakukan penambahan tenaga kerja pada kegiatan kritis yang lain maka jumlah tenaga kerja tidak akan bertambah karena kegiatan kritis tersebut hanya memiliki *indeks* tenaga kerja yang kecil.

Untuk daftar kegiatan kritis dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Daftar Kegiatan Kritis

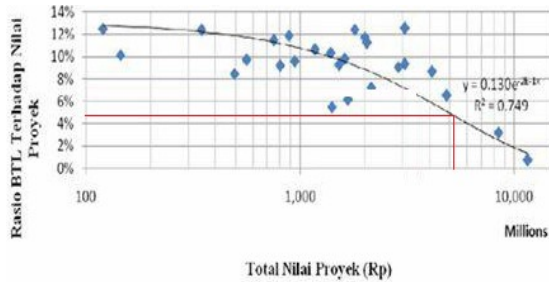
No.	ID. Pekerjaan	Nama Pekerjaan	Durasi
1	1	Lantai Kerja Footplat	2
2	5	Footplat Dinding Geser Type 1 1.0	3
3	6	Footplat Kolom 20x60 Type 2 1.0	6
4	8	Sloof Area Tangga Sisi Barat 20x3	4
5	9	Sloof Area Tangga Sisi Timur 20x3	3
6	10	Lantai Kerja Lantai Basement	5
7	11	Plat Lantai Basement	4
8	15	Kolom 20x170 24D13	4
9	13	Kolom KB 2C 60x60 16D19	6
10	14	Kolom 20x60 12D13	4
11	20	Balok BPO.1 30x50 14.10.18 D19	12
12	33	Plat Lantai +0.00	12

12	33	Plat Lantai +0.00	12
13	13	Kolom KB 2C 60x60 16D19	12
14	46	Kolom Type K6 20x170 24D13 as	12
15	47	Kolom Type K7 20x50 12D13 Per	12
16	71	Balok 45x120 (B1/B2) 10/6, 5/12	18
17	74	Balok 30x60 (B5) 5/3, 3/5, 5/3D2	12
18	78	Balok 30x50 (B9) (2D22+3D16+10	12
19	79	Balok 25x50 (B10) (5D22+4D13)/	3
20	81	Balok 25x50 (BA1) (6D16+2D13)/	6
21	83	Balok WF-300x150	18
22	86	Plat Lantai Beton + Bondex 12cm	12
23	87	Plat Lantai Hebel	6
24	88	Cor Setempat Tulangan Diafragma	6
25	89	Top Concrete Di Atas Citicon 4cm	6
26	99	Kolom Type K1 60x80 30D22 K1 a	6
27	101	Kolom Type K3 60x80 24D22 as (3	18
28	102	Kolom Type K4 dan K5' 60x60 12	24
29	103	Kolom KB 2C 60x60 16D19	12
30	104	Kolom Type K5 40x40 12D19	12
31	137	Balok 45x120 (B1/B2) (B1/B2) 10	26
32	140	Balok 30x60 (B5) 4/3, 3/3D22 +2	8
33	142	Balok 30x50 (B7) 5/3, 3/3D19 + 2	26
34	150	Balok WF-300x150	26
35	151	Balok WF-200x100	18
36	152	Balok WF-150x75	18
37	153	Plat Lantai Beton + Bondex 12cm	8
38	154	Plat Lantai Citicon	6
39	155	Cor Setempat Tulangan Diafragma	8
40	156	Top Concrete Di Atas Citicon 4cm	5
41	167	Kolom Type K5 40x40 12D19 as 3	9
42	168	Kolom Type K5' 60x60 12D19 3P1	18
43	169	Kolom Type K6 40x40 12D19	9
44	178	Plat Untuk Menara Air	18
45	180	Balok 30x55 (B8) 4/3, 3/3D19 + 2	18
46	183	Balok 25x50 (B11) 3/2, 2/2D19 +	18
47	186	Balok 25x40 (BA3) 2/2, 2/2D16 +	4
48	187	Kolom Kuda-kuda	12
49	188	Balok Kuda-kuda	12
50	189	Balok Pengikat (Balok Tarik)	6

Sumber : *Baseline Microsoft Project*

Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Biaya – biaya dalam suatu proyek terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung, Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung pada.



Gambar 1 Model hubungan biaya tidak langsung pada kontraktor.

Berdasarkan grafik diatas pada proyek pembangunan gedung dengan nilai total proyek sebesar Rp.5.066.518.382,22 didapatkan presentase untuk biaya tidak langsung sebesar 4,5 % dari nilai total proyek tersebut.

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung} &= 4.5 \% \times 5.066.518.382,22 \\ &= \text{Rp } 227.993.327,20 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung / hari} &= \frac{\text{Biaya Tidak Langsung}}{\text{Durasi Normal Proyek}} \\ &= \frac{\text{Rp } 227.993.327,20}{222 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp } 1.026.996,97/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Langsung} &= \text{Biaya Total Rencana} - \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp } 5.066.518.382,22 - \text{Rp } 227.993.327,20 \\ &= \text{Rp } 4.838.525.055,02 \end{aligned}$$

Penerapan Metode *Time Cost Trade Off*

1. Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00-17.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (17.00-18.00). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah :

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

Adapun salah satu contoh perhitungannya sebagai berikut:

A. Tenaga Kerja :

Lantai Kerja Lantai Basement

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 32,72 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi normal} &= 5 \text{ hari} \\ \text{Durasi normal (jam)} &= (\text{Durasi normal} \times \text{jam kerja perhari}) \\ &= 5 \times 7 \text{ jam} \\ &= 35 \text{ jam} \end{aligned}$$

1. Durasi yan bisa *dicrashing* berdasarkan penambahan 1 jam lembur

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas jam normal} &= \frac{\text{Volume}}{\text{durasi normal (jam)}} \\ &= \frac{32,72}{35} \\ &= 0,93 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimal } \textit{crashing} &= \frac{32,72}{(0,93 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 0,93)} \\ &= 4,43 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka maksimal } \textit{crashing} &= \text{Durasi normal} - \text{Maksimal } \textit{crashing} \\ &= 5 \text{ hari} - 4,43 \text{ hari} \\ &= 0,57 \text{ hari} \end{aligned}$$

Hasil perhitungan pengontrolan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada Ms. Project, untuk hasil dari pengolahan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 1 jam lembur menggunakan Ms.Project

Nama Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Percepatan	Biaya Normal	Biaya Percepatan
Lantai Kerja Footplat	2	1,77	Rp691.876,04	Rp729.741,05
Footplat Dinding Geser	3	2,66	Rp4.688.099,30	Rp4.739.799,28
Footplat Kolom 20x60	6	5,32	Rp7.200.374,32	Rp7.626.545,76
Sloof Area Tangga Sisi	4	3,54	Rp4.350.026,42	Rp4.411.004,97
Sloof Area Tangga Sisi	3	2,66	Rp3.136.989,70	Rp3.180.446,82
Lantai Kerja Lantai Bas	5	4,43	Rp3.272.714,94	Rp3.449.614,80
Plat Lantai Basement	4	3,54	Rp15.732.927,63	Rp15.862.127,57
Kolom KB 2C 60x60 1	6	5,32	Rp18.202.402,05	Rp18.430.594,81
Kolom 20x60 12D13	4	3,54	Rp9.468.537,90	Rp9.599.752,13
Kolom 20x170 24D13	4	3,54	Rp7.535.541,60	Rp7.640.384,41

Balok BP0.1 30x50 14,	12	10,63	Rp31.244.346,67	Rp31.592.069,24
Plat Lantai +0.00	12	10,63	Rp27.702.632,03	Rp28.032.124,74
Kolom KB 2C 60x60 14	12	10,63	Rp17.966.058,78	Rp18.190.999,43
Kolom Type K6 20x170	12	10,63	Rp8.816.585,08	Rp8.938.395,52
Kolom Type K7 20x50	12	10,63	Rp9.218.356,74	Rp9.345.344,99
Balok 45x120 (B1/B2)	18	15,95	Rp84.896.977,22	Rp85.803.340,10
Balok 30x60 (B5) 5/3,	12	10,63	Rp24.396.571,38	Rp24.699.792,68
Balok 30x50 (B9) (2D2)	12	10,63	Rp26.656.326,15	Rp26.992.468,87
Balok 25x50 (B10) (5D)	3	2,66	Rp5.844.133,10	Rp5.916.811,64
Balok 25x50 (BA1) (6D)	6	5,32	Rp10.009.838,75	Rp10.142.152,98
Balok WF-300x150	18	15,95	Rp28.326.601,19	Rp28.407.286,81
Plat Lantai Beton + Bon	12	10,63	Rp151.360.415,92	Rp153.159.843,71
Plat Lantai Hebel	6	5,32	Rp119.309.686,20	Rp120.742.258,50
Cor Setempat Tulangan	6	5,32	Rp25.931.996,46	Rp26.238.074,90
Top Concrete Di Atas C	6	5,32	Rp22.995.951,84	Rp23.173.144,61
Kolom Type K1 60x80	6	5,32	Rp25.228.411,40	Rp25.483.167,17
Kolom Type K3 60x80	18	15,95	Rp89.573.381,55	Rp90.528.051,00
Kolom Type K4 dan K5	24	21,27	Rp190.168.179,07	Rp192.359.614,74
Kolom KB 2C 60x60 14	12	10,63	Rp21.280.898,42	Rp21.546.415,68
Kolom Type K5 40x40	12	10,63	Rp46.215.915,72	Rp46.773.542,95
Balok 45x120 (B1/B2)	26	23,04	Rp312.007.180,79	Rp315.186.486,63
Balok 30x60 (B5) 4/3,	8	7,09	Rp17.915.872,34	Rp18.127.215,11
Balok 30x50 (B7) 5/3,	26	23,04	Rp165.135.125,49	Rp167.116.060,36
Balok WF-300x150	26	23,04	Rp83.106.145,73	Rp83.344.074,02
Balok WF-200x100	18	15,95	Rp17.408.554,14	Rp17.458.368,37
Balok WF-150x75	18	15,95	Rp15.652.348,44	Rp15.696.862,67
Plat Lantai Beton + Bon	8	7,09	Rp162.338.502,40	Rp164.261.551,57
Plat Lantai Citicon	6	5,32	Rp235.782.102,46	Rp238.612.961,31
Cor Setempat Tulangan	8	7,09	Rp70.693.124,93	Rp71.530.795,99
Top Concrete Di Atas C	5	4,43	Rp62.214.396,66	Rp62.674.789,31
Kolom Type K5 40x40	9	7,97	Rp43.360.701,37	Rp43.837.486,89
Kolom Type K5' 60x60	18	15,95	Rp187.714.085,82	Rp189.882.106,31
Kolom Type K6 40x40	9	7,97	Rp48.773.200,82	Rp50.685.793,62
Plat Untuk Menara Air	18	15,95	Rp103.524.814,16	Rp104.641.327,96
Balok 30x50 (B8) 4/3,	18	15,95	Rp149.618.118,43	Rp151.292.289,16
Balok 25x50 (B11) 3/2,	18	15,95	Rp72.845.347,07	Rp73.717.332,42
Balok 25x40 (BA3) 2/2	4	3,54	Rp9.152.999,95	Rp9.270.099,90
Kolom Kuda-kuda	12	10,63	Rp24.855.668,77	Rp25.137.897,23
Balok Kuda-kuda	12	10,63	Rp45.274.863,88	Rp45.809.399,36
Balok Pengikat (Balok	6	5,33	Rp9.278.004,06	Rp9.386.832,58

Sumber : Hasil Analisa *Microsoft Project*

Untuk perhitungan Cost Slope untuk kegiatan-kegiatan kritis yang terjadi setelah penambahan jam lembur, contoh perhitungan pada penambahan jam lembur 1 Lantai Kerja Footplat dengan Id 4 pada Ms.Project.

$$\begin{aligned}
 \text{Crashing} &= 0,23 \text{ hari} \\
 \text{Biaya Normal} &= \text{Rp } 691.876,94 \\
 \text{Biaya Lembur} &= \text{Rp } 729.741,05 \\
 \text{Biaya Slope} &= \frac{\text{Biaya Lembur} - \text{Biaya Normal}}{\text{Crashing}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 729.741,05 - \text{Rp } 691.876,94}{0,23 \text{ hari}} \\
 &= \text{Rp } 164.603,51
 \end{aligned}$$

Daftar cost slope untuk semua kegiatan kritis dapat dilihat pada Tabel 4 untuk 1 jam,

Tabel 4. Slope Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur Untuk 1 Jam

ID. Ms Project	Normal			Percepatan		
	Durasi (hari)	Biaya	Crashing	Durasi (hari)	Biaya	Slope
4	2	Rp 691.876,04	0,23	1,77	Rp 729.741,05	Rp 164.630,51
8	3	Rp 4.688.099,30	0,34	2,66	Rp 4.739.799,28	Rp 152.058,76
9	6	Rp 7.200.374,32	0,68	5,32	Rp 7.626.545,76	Rp 626.722,70
12	4	Rp 4.350.026,42	0,46	3,54	Rp 4.411.004,97	Rp 132.562,06
13	3	Rp 3.136.989,70	0,34	2,66	Rp 3.180.446,82	Rp 127.815,07
14	5	Rp 3.272.714,94	0,57	4,43	Rp 3.449.614,80	Rp 310.350,64
15	4	Rp 15.732.927,63	0,46	3,54	Rp 15.862.127,57	Rp 280.869,44
18	6	Rp 18.202.402,05	0,68	5,32	Rp 18.430.594,81	Rp 335.577,59
19	4	Rp 9.468.537,90	0,46	3,54	Rp 9.599.752,13	Rp 285.248,33
20	4	Rp 7.535.541,60	0,46	3,54	Rp 7.640.384,41	Rp 227.919,16
26	12	Rp 31.244.346,67	1,37	10,63	Rp 31.592.069,24	Rp 253.812,09
39	12	Rp 27.702.632,03	1,37	10,63	Rp 28.032.124,74	Rp 240.505,63
59	12	Rp 17.966.058,78	1,37	10,63	Rp 18.190.999,43	Rp 164.190,26
61	12	Rp 8.816.585,08	1,37	10,63	Rp 8.938.395,52	Rp 88.912,73
62	12	Rp 9.218.356,74	1,37	10,63	Rp 9.345.344,99	Rp 92.692,15
92	18	Rp 84.896.977,22	2,05	15,95	Rp 85.803.340,10	Rp 442.128,24
95	12	Rp 24.396.571,38	1,37	10,63	Rp 24.699.792,68	Rp 221.329,42
99	12	Rp 26.656.326,15	1,37	10,63	Rp 26.992.468,87	Rp 245.359,65
100	3	Rp 5.844.133,10	0,34	2,66	Rp 5.916.811,64	Rp 213.760,41
102	6	Rp 10.009.838,75	0,68	5,32	Rp 10.142.152,98	Rp 194.579,75
104	18	Rp 28.326.601,19	2,05	15,95	Rp 28.407.286,81	Rp 39.358,84
107	12	Rp 151.360.415,92	1,37	10,63	Rp 153.159.843,71	Rp 1.313.450,94
108	6	Rp 119.309.686,20	0,68	5,32	Rp 120.742.258,50	Rp 2.106.723,96
109	6	Rp 25.931.996,46	0,68	5,32	Rp 26.238.074,90	Rp 450.115,35
110	6	Rp 22.995.951,84	0,68	5,32	Rp 23.173.144,61	Rp 260.577,62
122	6	Rp 25.228.411,40	0,68	5,32	Rp 25.483.167,17	Rp 374.640,84
124	18	Rp 89.573.381,55	2,05	15,95	Rp 90.528.051,00	Rp 465.692,41
125	24	Rp 190.168.179,07	2,73	21,27	Rp 192.359.614,74	Rp 802.723,69
126	12	Rp 21.280.898,42	1,37	10,63	Rp 21.546.415,68	Rp 193.808,22
127	12	Rp 46.215.915,72	1,37	10,63	Rp 46.773.542,95	Rp 407.027,18
166	26	Rp 312.007.180,79	2,96	23,04	Rp 315.186.486,63	Rp 1.074.089,81
169	8	Rp 17.915.872,34	0,91	7,09	Rp 18.127.215,11	Rp 232.244,80
171	26	Rp 165.135.125,49	2,96	23,04	Rp 167.116.060,36	Rp 669.234,76
179	26	Rp 83.106.145,73	2,96	23,04	Rp 83.344.074,02	Rp 80.381,18
180	18	Rp 17.408.554,14	2,05	15,95	Rp 17.458.368,37	Rp 24.299,62
181	18	Rp 15.652.348,44	2,05	15,95	Rp 15.696.862,67	Rp 21.714,26
182	8	Rp 162.338.502,40	0,91	7,09	Rp 164.261.551,57	Rp 2.113.240,84
183	6	Rp 235.782.102,46	0,68	5,32	Rp 238.612.961,31	Rp 4.163.027,73
184	8	Rp 70.693.124,93	0,91	7,09	Rp 71.530.795,99	Rp 920.517,66
185	5	Rp 62.214.396,66	0,57	4,43	Rp 62.674.789,31	Rp 807.706,41
199	9	Rp 43.360.701,37	1,03	7,97	Rp 43.837.486,89	Rp 462.898,56
200	18	Rp 187.714.085,82	2,05	15,95	Rp 189.882.106,31	Rp 1.057.570,97
201	9	Rp 48.773.200,82	1,03	7,97	Rp 50.685.793,62	Rp 1.856.886,20
211	18	Rp 103.524.814,16	2,05	15,95	Rp 104.641.327,96	Rp 544.640,88
214	18	Rp 149.618.118,43	2,05	15,95	Rp 151.292.289,16	Rp 816.668,65
217	18	Rp 72.845.347,07	2,05	15,95	Rp 73.717.332,42	Rp 425.358,71
220	4	Rp 9.152.999,95	0,46	3,54	Rp 9.270.099,90	Rp 254.565,11
222	12	Rp 24.855.668,77	1,37	10,63	Rp 25.137.897,23	Rp 206.006,17
223	12	Rp 45.274.863,88	1,37	10,63	Rp 45.809.399,36	Rp 390.171,89
224	6	Rp 9.278.004,06	0,67	5,33	Rp 9.386.832,58	Rp 162.430,64

Sumber : Hasil pengolahan data

Kemudian dilakukan penghitungan selisih biaya pada setiap pekerjaan pada lintasan kritis. Sebagai contoh selisih biaya pada pekerjaan 1 Lantai Kerja Footplat dengan Id 4 pada Ms.Project.

$$\begin{aligned}
 \text{Selisih biaya} &= (\text{Biaya Percepatan} - \text{Biaya Normal}) \\
 &= \text{Rp } 729.741,05 - \text{Rp } 691.876,04 \\
 &= \text{Rp } 37.865,02
 \end{aligned}$$

Balok 30x55 (B8) 4/3, 3/3D	198,98	Rp	4.868.941.694,77	Rp	204.351.856,96	Rp	5.073.293.551,74
Balok 25x50 (B11) 3/2, 2/2D	198,98	Rp	4.869.813.680,12	Rp	204.351.856,96	Rp	5.074.165.537,09
Kolom Kuda-kuda	198,20	Rp	4.870.095.908,57	Rp	203.550.799,33	Rp	5.073.646.707,90
Balok Kuda-kuda	196,83	Rp	4.870.630.444,06	Rp	202.143.813,48	Rp	5.072.774.257,54
Plat Unnik Menara Air	196,83	Rp	4.871.746.957,87	Rp	202.143.813,48	Rp	5.073.890.771,35

Sumber : Hasil Penolahan Data

Analisis untuk mengetahui total biaya optimum dengan waktu atau durasi optimum proyek dengan cara sebagai berikut :

Untuk lembur 1 jam :

1. Efisiensi waktu proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Balok WF-300x150:

$$Et = \frac{(222-211,96)}{222} \times 100\% = 4,52\%$$

2. Efisiensi biaya proyek

Contoh perhitungan pada pekerjaan Balok WF-300x150 :

$$Ec = \frac{(Rp\ 5.066.518.382,22 - Rp\ 5.060.580.214,26)}{Rp\ 5.066.518.382,22} \times 100\% = 0,12\%$$

Hasil perhitungan efisiensi waktu dan efisiensi biaya seluruhnya dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7 Efisiensi waktu dan biaya untuk Lembur 1 Jam

DURASI	EFISIENSI WAKTU (%)	EFISIENSI BIAYA (%)	DURASI	EFISIENSI WAKTU (%)	EFISIENSI BIAYA (%)
222,00	0,00	0,00	210,60	5,14	0,07
221,77	0,10	0,00	209,91	5,45	0,08
221,43	0,26	0,01	209,23	5,75	0,07
221,32	0,31	0,00	208,55	6,06	0,04
220,98	0,46	0,01	208,54	6,06	0,03
220,97	0,46	0,01	205,59	7,39	0,03
220,41	0,72	0,02	205,59	7,39	-0,01
219,95	0,92	0,02	204,68	7,80	0,00
219,95	0,92	0,02	203,63	8,27	-0,03
219,95	0,92	0,02	203,54	8,32	-0,03
219,49	1,13	0,02	202,63	8,73	-0,02
218,12	1,75	0,04	202,63	8,73	-0,02
216,75	2,36	0,07	202,63	8,73	-0,06
215,38	2,98	0,09	202,63	8,73	-0,07
215,38	2,98	0,09	202,06	8,98	-0,07
215,38	2,98	0,08	201,03	9,45	-0,06
214,01	3,60	0,11	201,03	9,45	-0,10
214,01	3,60	0,10	200,01	9,91	-0,12
213,67	3,75	0,10	199,57	10,10	-0,11
213,33	3,91	0,09	198,98	10,37	-0,13
212,90	4,10	0,10	198,98	10,37	-0,15
211,96	4,52	0,12	198,20	10,72	-0,14
211,96	4,52	0,09	196,83	11,34	-0,12
211,62	4,68	0,06	196,83	11,34	-0,15
211,62	4,68	0,05	196,83	11,34	-0,15
211,28	4,83	0,06			

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Dari tabel 5.23 , 5.24 , 5.25 dapat disimpulkan bahwa biaya optimal dan durasi optimal adalah pada durasi proyek untuk 1 jam lembur 211,96 hari dengan pengurangan durasi

sebesar 10,04 hari dengan efisiensi waktu 4,52 % dan efisiensi biaya 0,12 %.

Kemudian pada jam lembur 2 dan jam lembur 3 dengan metode analisa yang sama seperti pada metode lembur satu dapat di simpulkan sebagai berikut.

No.	Lembur (jam)	Durasi Optimasi	Biaya
1	1	211,96	Rp 5.060.580.214,26
2	2	209,28	Rp 5.060.628.119,27
3	3	220,80	Rp 5.065.678.161,01

2. Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dilakukan dengan cara menghitung ulang kebutuhan tenaga kerja dari masing – masing kegiatan berdasarkan durasi percepatan atau durasi crashing yang akan dilakukan dengan tanpa melakukan penambahan jam kerja per hari, contoh perhitungan penambahan pekerja dan biaya penambahan pekerja pada pekerjaan Balok WF-300x150 (Kode 104 pada Ms. Project) dibawah ini :

Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi normal :

$$\text{Volume} = 1.140,28 \text{ Kg}$$

$$\text{Durasi normal} = 18 \text{ hari}$$

Kapasitas tenaga kerja per 1 Kg adalah

$$\text{Pekerja} = 0,052 \text{ Oh @ Rp } 60.000,00$$

$$\text{Tukang Baja} = 0,052 \text{ Oh @ Rp } 70.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 0,018 \text{ Oh @ Rp } 80.000,00$$

$$\text{Mandor} = 0,018 \text{ Oh @ Rp } 100.000,00$$

Dengan :

Oh = Orang hari

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

Jumlah tenaga kerja

$$= \frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi Normal}}$$

Jumlah Pekerja

$$= \frac{(0,052 \times 1.140,28 \text{ Kg})}{18 \text{ hari}}$$

$$= 3,30 \text{ orang}$$

Upah Pekerja

$$= 3,30 \times \text{Rp. } 60.000,00$$

$$= \text{Rp. } 198.000.000,00$$

Jumlah Tukang Baja

$$= \frac{(0,052 \times 1.140,28 \text{ Kg})}{18 \text{ hari}}$$

$$= 3,30 \text{ orang}$$

Upah Tukang Baja

$$= 3,30 \times \text{Rp. } 70.000,00$$

$$= \text{Rp. } 231.000,00$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kepala Tukang} &= \frac{(0,018 \times 1.140,82\text{Kg})}{18 \text{ hari}} \\ &= 1,15 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Kepala Tukang} &= 1,15 \times \text{Rp. } 80.000,00 \\ &= \text{Rp. } 92.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Mandor} &= \frac{(0,018 \times 1.140,28\text{Kg})}{18 \text{ hari}} \\ &= 1,15 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Mandor} &= 1,15 \times \text{Rp. } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 115.000,00 \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (18 hari) adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total Upah Tenaga} &= (\text{Rp. } 198.000,00 + \text{Rp. } 231.000,00 \\ &\quad + \text{Rp. } 92.000,00 + \text{Rp. } 115.000,00) \times 18 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. } 11.448.000,00 \end{aligned}$$

Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi percepatan :

$$\text{Volume} = 1.140,28 \text{ Kg}$$

$$\text{Durasi normal} = 15,94 \text{ hari}$$

Koefisien tenaga kerja per 1 Kg adalah

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 0,052 \text{ Oh @ Rp } 60.000,00 \\ \text{Tukang Baja} &= 0,052 \text{ Oh @ Rp } 70.000,00 \\ \text{Kepala Tukang} &= 0,018 \text{ Oh @ Rp } 80.000,00 \\ \text{Mandor} &= 0,018 \text{ Oh @ Rp } 100.000,00 \end{aligned}$$

Dengan :

Oh = Orang hari

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tenaga kerja} &= \frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi Normal}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Pekerja} &= \frac{(0,052 \times 1.140,28 \text{ Kg})}{15,94 \text{ hari}} \\ &= 3,72 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Pekerja} &= 3,72 \times \text{Rp. } 60.000,00 \\ &= \text{Rp. } 223.200,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Tukang Baja} &= \frac{(0,052 \times 1.140,28\text{Kg})}{15,94 \text{ hari}} \\ &= 3,72 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Tukang Baja} &= 3,72 \times \text{Rp. } 70.000,00 \\ &= \text{Rp. } 260.400,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kepala Tukang} &= \frac{(0,018 \times 1.140,82\text{Kg})}{15,94 \text{ hari}} \\ &= 1,30 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Kepala Tukang} &= 1,30 \times \text{Rp. } 80.000,00 \\ &= \text{Rp. } 104.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Mandor} &= \frac{(0,018 \times 1.140,28\text{Kg})}{15,94 \text{ hari}} \\ &= 1,30 \text{ orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Upah Mandor} &= 1,30 \times \text{Rp. } 100.000,00 \\ &= \text{Rp } 130.000,00 \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi percepatan (15,94 hari) adalah :

$$\begin{aligned} \text{Total Upah Tenaga} &= (\text{Rp. } 223.200,00 + \text{Rp. } 260.400,00 + \\ &\quad \text{Rp. } 104.000,00 + \text{Rp. } 130.000,00) \times 15,94 \text{ hari} \\ &= \text{Rp. } 11.441.733,33 \end{aligned}$$

Untuk selanjutnya, perhitungan biaya pekerjaan disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 5.27 Selisih Biaya Pekerjaan Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1

ID Ms. Project	Normal		Crashing	Normal		Selisih
	Durasi (hari)	Biaya		Durasi (hari)	Biaya	
4	2	Rp 493.000,00	0,23	1,77	Rp 493.733,33	Rp 733,33
8	3	Rp 683.700,00	0,34	2,66	Rp 685.968,89	Rp 2.268,89
9	6	Rp 1.152.600,00	0,68	5,32	Rp 1.148.746,67	Rp (3.853,33)
12	4	Rp 798.000,00	0,46	3,54	Rp 797.486,67	Rp (513,33)
13	3	Rp 576.600,00	0,34	2,66	Rp 577.546,67	Rp 946,67
14	5	Rp 2.328.500,00	0,57	4,43	Rp 2.326.170,00	Rp (2.330,00)
15	4	Rp 1.684.800,00	0,46	3,54	Rp 1.684.775,56	Rp (24,44)
18	6	Rp 1.371.600,00	0,68	5,32	Rp 1.368.142,22	Rp (3.457,78)
19	4	Rp 2.984.400,00	0,46	3,54	Rp 2.984.520,00	Rp 120,00
20	4	Rp 1.713.200,00	0,46	3,54	Rp 1.710.893,33	Rp (2.306,67)
26	12	Rp 4.802.800,00	1,37	10,63	Rp 4.804.597,78	Rp 1.797,78
39	12	Rp 4.327.200,00	1,37	10,63	Rp 4.325.090,00	Rp (2.110,00)
59	12	Rp 2.940.000,00	1,37	10,63	Rp 2.951.588,89	Rp 11.588,89
61	12	Rp 1.609.200,00	1,37	10,63	Rp 1.591.940,00	Rp (17.260,00)
62	12	Rp 1.672.800,00	1,37	10,63	Rp 1.672.922,22	Rp 122,22
92	18	Rp 11.966.400,00	2,05	15,95	Rp 11.950.361,11	Rp (16.038,89)
95	12	Rp 3.974.400,00	1,37	10,63	Rp 3.973.456,67	Rp (943,33)
99	12	Rp 4.420.800,00	1,37	10,63	Rp 4.416.727,78	Rp (4.072,22)
100	3	Rp 963.600,00	0,34	2,66	Rp 960.991,11	Rp (2.608,89)
102	6	Rp 1.747.800,00	0,68	5,32	Rp 1.746.920,00	Rp (880,00)
104	18	Rp 11.448.000,00	2,05	15,95	Rp 11.441.733,33	Rp (6.266,67)
107	12	Rp 23.643.600,00	1,37	10,63	Rp 23.638.284,44	Rp (5.315,56)
108	6	Rp 14.220.000,00	0,68	5,32	Rp 14.219.706,67	Rp (293,33)
109	6	Rp 4.054.800,00	0,68	5,32	Rp 4.047.057,78	Rp (7.742,22)
110	6	Rp 2.343.600,00	0,68	5,32	Rp 2.347.208,89	Rp 3.608,89
122	6	Rp 3.375.000,00	0,68	5,32	Rp 3.372.195,56	Rp (2.804,44)
124	18	Rp 12.571.200,00	2,05	15,95	Rp 12.583.355,56	Rp 12.155,56
125	24	Rp 28.898.400,00	2,73	21,27	Rp 28.913.430,00	Rp 15.030,00
126	12	Rp 3.477.600,00	1,37	10,63	Rp 3.490.760,00	Rp 13.160,00
127	12	Rp 7.330.800,00	1,37	10,63	Rp 7.325.694,44	Rp (5.105,56)
166	26	Rp 41.883.400,00	2,96	23,04	Rp 41.895.840,00	Rp 12.440,00
169	8	Rp 2.780.800,00	0,91	7,09	Rp 2.777.320,00	Rp (3.480,00)
171	26	Rp 26.093.600,00	2,96	23,04	Rp 26.107.200,00	Rp 13.600,00
179	26	Rp 33.563.400,00	2,96	23,04	Rp 33.607.840,00	Rp 44.440,00
180	18	Rp 7.050.600,00	2,05	15,95	Rp 7.042.661,11	Rp (7.938,89)
181	18	Rp 6.332.400,00	2,05	15,95	Rp 6.336.322,22	Rp 3.922,22
182	8	Rp 25.362.400,00	0,91	7,09	Rp 25.357.554,44	Rp (4.845,56)

Sumber : Hasil Pengolahan Data

Tabel 10 Perhitungan Biaya Total Penambahan Tenaga Kerja 1

Nama Pekerjaan	DURASI	BIAYA LANGSUNG		BIAYA TIDAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
		Rp	Rp	Rp	Rp
Lantai Kerja Footplat	222,00	Rp 4.838.525.055,02	Rp 227.993.327,20	Rp 5.066.518.382,22	
Footplat Dinding Geser Typ	221,43	Rp 4.838.528.057,24	Rp 227.407.938,93	Rp 5.065.935.996,17	
Footplat Kolom 20x60 Type	221,32	Rp 4.838.524.203,91	Rp 227.294.969,26	Rp 5.065.819.173,17	
Sloof Area Tangga Sisi Timu	220,98	Rp 4.838.525.150,57	Rp 226.945.790,29	Rp 5.065.470.940,86	
Sloof Area Tangga Sisi Barat	220,97	Rp 4.838.524.637,24	Rp 226.935.520,32	Rp 5.065.460.157,56	
Lantai Kerja Lantai Basement	220,41	Rp 4.838.522.307,24	Rp 226.360.402,02	Rp 5.064.882.709,26	
Plat Lantai Basement	219,95	Rp 4.838.522.282,79	Rp 225.887.983,41	Rp 5.064.410.266,21	
Kolom KB 2C 60x60 16D19	219,95	Rp 4.838.518.825,02	Rp 225.887.983,41	Rp 5.064.406.808,43	
Kolom 20x60 12D13	219,95	Rp 4.838.518.945,02	Rp 225.887.983,41	Rp 5.064.406.928,43	
Kolom 20x170 24D13	219,49	Rp 4.838.516.638,35	Rp 225.415.564,81	Rp 5.063.932.203,16	
Balok BP0.1 30x50 14.10.18	218,12	Rp 4.838.518.436,13	Rp 224.008.578,96	Rp 5.062.527.015,09	
Plat Lantai +0.00	216,75	Rp 4.838.516.326,13	Rp 222.601.593,11	Rp 5.061.117.919,24	
Kolom KB 2C 60x60 16D19	215,38	Rp 4.838.527.915,02	Rp 221.194.607,26	Rp 5.059.722.522,28	
Kolom Type K6 20x170 24D	215,38	Rp 4.838.510.655,02	Rp 221.194.607,26	Rp 5.059.705.262,28	
Kolom Type K7 20x50 12D1	215,38	Rp 4.838.510.777,24	Rp 221.194.607,26	Rp 5.059.705.384,50	
Balok 30x60 (B5) 5/3, 3/5, 5	214,01	Rp 4.838.509.833,91	Rp 219.787.621,41	Rp 5.058.297.455,32	
Balok 30x50 (B9) (2D2+3D)	214,01	Rp 4.838.505.761,68	Rp 219.787.621,41	Rp 5.058.293.383,10	
Balok 25x50 (B10) (5D2+4)	213,67	Rp 4.838.503.152,79	Rp 219.438.442,44	Rp 5.057.941.595,24	
Balok 45x120 (B1/B2) 10/6,	213,33	Rp 4.838.487.113,91	Rp 219.089.263,48	Rp 5.057.576.377,38	
Balok 25x50 (BA1) (6D16+2)	212,90	Rp 4.838.486.233,91	Rp 218.647.654,78	Rp 5.057.133.888,68	
Balok WF-300x150	211,96	Rp 4.838.479.967,24	Rp 217.682.277,63	Rp 5.056.162.244,87	
Plat Lantai Hebel	211,96	Rp 4.838.479.673,91	Rp 217.682.277,63	Rp 5.056.161.951,53	
Plat Lantai Beton + Bondex	211,62	Rp 4.838.474.358,35	Rp 217.333.098,66	Rp 5.055.807.457,01	
Cor Setempat Tulangan Dia	211,62	Rp 4.838.466.616,13	Rp 217.333.098,66	Rp 5.055.799.714,79	
Top Concrete Di Atas Citicon	211,28	Rp 4.838.470.225,02	Rp 216.983.919,69	Rp 5.055.454.144,70	
Kolom Type K1 60x80 30D2	210,60	Rp 4.838.467.420,57	Rp 216.285.561,75	Rp 5.054.752.982,32	
Kolom KB 2C 60x60 16D19	209,91	Rp 4.838.480.580,57	Rp 215.576.933,84	Rp 5.054.057.514,41	
Kolom Type K3 60x80 24D2	209,23	Rp 4.838.492.736,13	Rp 214.878.575,90	Rp 5.053.371.312,03	
Kolom Type K4 dan K5' 60x	208,55	Rp 4.838.507.766,13	Rp 214.180.217,96	Rp 5.052.687.984,09	
Kolom Type K5 40x40 12D1	208,54	Rp 4.838.502.660,57	Rp 214.169.947,99	Rp 5.052.672.608,56	
Balok 45x120 (B1/B2) (B1/B	205,59	Rp 4.838.515.100,57	Rp 211.140.306,93	Rp 5.049.655.407,50	
Balok 30x50 (B7) 5/3, 3/3D	205,59	Rp 4.838.528.700,57	Rp 211.140.306,93	Rp 5.049.669.007,50	
Balok 30x60 (B5) 4/3, 3/3D	204,68	Rp 4.838.525.220,57	Rp 210.205.739,69	Rp 5.048.730.960,26	
Plat Lantai Citicon	203,63	Rp 4.838.522.909,46	Rp 209.127.392,87	Rp 5.047.650.302,33	
Balok WF-200x100	203,54	Rp 4.838.514.970,57	Rp 209.034.963,15	Rp 5.047.549.933,72	
Balok WF-300x150	202,63	Rp 4.838.559.410,57	Rp 208.100.395,90	Rp 5.046.659.806,48	
Balok WF-150x75	202,63	Rp 4.838.563.332,79	Rp 208.100.395,90	Rp 5.046.663.728,70	
Plat Lantai Beton + Bondex	202,63	Rp 4.838.558.487,24	Rp 208.100.395,90	Rp 5.046.658.883,14	
Cor Setempat Tulangan Dia	202,63	Rp 4.838.564.221,68	Rp 208.100.395,90	Rp 5.046.664.617,59	
Top Concrete Di Atas Citicon	202,06	Rp 4.838.566.428,35	Rp 207.515.007,63	Rp 5.046.081.435,98	
Kolom Type K5 40x40 12D1	201,03	Rp 4.838.571.795,02	Rp 206.457.200,75	Rp 5.045.028.995,77	
Kolom Type K6 40x40 12D1	201,03	Rp 4.838.565.038,35	Rp 206.457.200,75	Rp 5.045.022.239,10	
Kolom Type K5' 60x60 12D	200,01	Rp 4.838.568.549,46	Rp 205.409.663,84	Rp 5.043.978.213,30	
Balok 25x40 (BA3) 2/2, 2/2	199,57	Rp 4.838.564.702,79	Rp 204.957.785,18	Rp 5.043.522.487,97	
Balok 30x55 (B8) 4/3, 3/3D	198,98	Rp 4.838.555.275,02	Rp 204.351.856,96	Rp 5.042.907.131,98	
Balok 25x50 (B11) 3/2, 2/2	198,98	Rp 4.838.550.813,91	Rp 204.351.856,96	Rp 5.042.902.670,87	
Kolom Kuda-kuda	198,20	Rp 4.838.552.550,57	Rp 203.550.799,33	Rp 5.042.103.349,90	
Balok Kuda-kuda	196,83	Rp 4.838.557.758,35	Rp 202.143.813,48	Rp 5.040.701.571,83	
Plat Untuk Menara Air	196,83	Rp 4.838.542.147,24	Rp 202.143.813,48	Rp 5.040.685.960,72	
Balok Pengikat (Balok Tarik)	196,83	Rp 4.838.535.222,79	Rp 202.143.813,48	Rp 5.040.679.036,28	

Sumber : Hasil Analisa Data

Dengan persentase efisiensi waktu dan biaya adalah sebagai berikut, dan perhitungan dapat dilihat pada tabel 11 untuk Tenaga Kerja 1 :

- Efisiensi waktu proyek

$$\frac{222 - 211,96}{222} \times 100\% = 4,52\%$$
- Efisiensi biaya proyek

$$\frac{Rp. 5.056.162.244,87 - Rp. 5.066.518.382,22}{Rp. 5.066.518.382,22} = 0,20\%$$

Tabel 11 Efisiensi Biaya dan Waktu akibat penambahan Tenaga Kerja 1

DURASI	Optimasi waktu (%)	Optimasi Biaya (%)	DURASI	Optimasi waktu (%)	Optimasi Biaya (%)
222,00	0,00	0,00	210,60	5,14	0,23
221,77	0,10	0,00	209,91	5,45	0,25
221,43	0,26	0,01	209,23	5,75	0,26
221,32	0,31	0,01	208,55	6,06	0,27
220,98	0,46	0,02	208,54	6,06	0,27
220,97	0,46	0,02	205,59	7,39	0,33
220,41	0,72	0,03	205,59	7,39	0,33
219,95	0,92	0,04	204,68	7,80	0,35
219,95	0,92	0,04	203,63	8,27	0,37
219,95	0,92	0,04	203,54	8,32	0,37
219,49	1,13	0,05	202,63	8,73	0,39
218,12	1,75	0,08	202,63	8,73	0,39
216,75	2,36	0,11	202,63	8,73	0,39
215,38	2,98	0,13	202,63	8,73	0,39
215,38	2,98	0,13	202,06	8,98	0,40
215,38	2,98	0,13	201,03	9,45	0,42
214,01	3,60	0,16	201,03	9,45	0,42
214,01	3,60	0,16	200,01	9,91	0,44
213,67	3,75	0,17	199,57	10,10	0,45
213,33	3,91	0,18	198,98	10,37	0,47
212,90	4,10	0,19	198,98	10,37	0,47
211,96	4,52	0,20	198,20	10,72	0,48
211,96	4,52	0,20	196,83	11,34	0,51
211,62	4,68	0,21	196,83	11,34	0,51
211,62	4,68	0,21	196,83	11,34	0,51
211,28	4,83	0,22			

Sumber : Hasil Analisa Data

3. Biaya Total Jam Lembur dan Penambahan Tenaga Kerja

Dari perhitungan didapat perbedaan antara biaya total akibat penambahan jam lembur dan biaya total akibat penambahan tenaga kerja, seperti yang ditampilkan pada Tabel 12.

Tabel 12 Perbedaan biaya antara Biaya Total Penambahan Jam Kerja 1 dan Penambahan Tenaga Kerja 1

DURASI	TOTAL BIAYA (PENAMBAHAN JAM KERJA)	TOTAL BIAYA (PENAMBAHAN TENAGA KERJA)
222,00	Rp 5.066.518.382,22	Rp 5.066.518.604,22
221,77	Rp 5.066.320.037,93	Rp 5.066.320.259,70
221,43	Rp 5.066.022.558,94	Rp 5.066.022.780,37
221,32	Rp 5.066.335.760,71	Rp 5.066.335.982,03
220,98	Rp 5.066.030.038,87	Rp 5.066.030.259,85
220,97	Rp 5.066.080.747,44	Rp 5.066.080.968,41
220,41	Rp 5.065.682.529,00	Rp 5.065.682.749,41

219,95	Rp 5.065.339.310,34	Rp 5.065.339.530,29
219,95	Rp 5.065.567.503,10	Rp 5.065.567.723,05
219,95	Rp 5.065.698.717,33	Rp 5.065.698.937,28
219,49	Rp 5.065.331.141,53	Rp 5.065.331.361,02
218,12	Rp 5.064.271.878,25	Rp 5.064.272.096,37
216,75	Rp 5.063.194.385,12	Rp 5.063.194.601,87
215,38	Rp 5.062.012.339,93	Rp 5.062.012.555,31
215,38	Rp 5.062.134.150,36	Rp 5.062.134.365,74
215,38	Rp 5.062.261.138,61	Rp 5.062.261.353,99
214,01	Rp 5.061.157.374,06	Rp 5.061.157.588,07
214,01	Rp 5.061.493.516,78	Rp 5.061.493.730,79
213,67	Rp 5.061.217.016,35	Rp 5.061.217.230,02
213,33	Rp 5.061.774.200,26	Rp 5.061.774.413,59
212,90	Rp 5.061.464.905,79	Rp 5.061.465.118,69
211,96	Rp 5.060.580.214,26	Rp 5.060.580.426,22
211,96	Rp 5.062.012.786,55	Rp 5.062.012.998,51
211,62	Rp 5.063.463.035,38	Rp 5.063.463.247,00
211,62	Rp 5.063.769.113,82	Rp 5.063.769.325,44
211,28	Rp 5.063.597.127,63	Rp 5.063.597.338,91
210,60	Rp 5.063.153.525,46	Rp 5.063.153.736,06
209,91	Rp 5.062.710.414,81	Rp 5.062.710.624,72
209,23	Rp 5.062.966.726,31	Rp 5.062.966.935,54
208,55	Rp 5.064.459.804,04	Rp 5.064.460.012,59
208,54	Rp 5.065.007.161,31	Rp 5.065.007.369,85
205,59	Rp 5.065.156.826,09	Rp 5.065.157.031,68
205,59	Rp 5.067.137.760,97	Rp 5.067.137.966,56
204,68	Rp 5.066.414.536,49	Rp 5.066.414.741,17
203,63	Rp 5.068.167.048,53	Rp 5.068.167.252,16
203,54	Rp 5.068.124.433,03	Rp 5.068.124.636,57
202,63	Rp 5.067.427.794,07	Rp 5.067.427.996,70
202,63	Rp 5.067.472.308,31	Rp 5.067.472.510,94
202,63	Rp 5.069.395.357,47	Rp 5.069.395.560,10
202,63	Rp 5.070.233.028,54	Rp 5.070.233.231,17
202,06	Rp 5.070.108.032,92	Rp 5.070.108.234,98
201,03	Rp 5.069.527.011,56	Rp 5.069.527.212,59
201,03	Rp 5.071.439.604,35	Rp 5.071.439.805,38
200,01	Rp 5.072.560.087,94	Rp 5.072.560.287,95
199,57	Rp 5.072.225.309,22	Rp 5.072.225.508,79
198,98	Rp 5.073.293.551,74	Rp 5.073.293.750,72
198,98	Rp 5.074.165.537,09	Rp 5.074.165.736,07
198,20	Rp 5.073.646.707,90	Rp 5.073.646.906,10
196,83	Rp 5.072.774.257,54	Rp 5.072.774.454,37
196,83	Rp 5.073.890.771,35	Rp 5.073.890.968,18
196,83	Rp 5.073.999.599,87	Rp 5.073.999.796,70

Sumber : Hasil Analisa Data

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara biaya akibat penambahan jam kerja (lembur) dengan penambahan tenaga kerja, biaya diatas adalah biaya yang langsung dibebankan kepada proyek. Pada penambahan lembur 1 jam dan penambahan tenaga kerja 1 pada durasi ke 211,96 dapat diketahui bahwa biaya yang efisien terdapat pada penambahan lembur 1jam yaitu sebesar Rp 5.060.580.214,26.

Selanjutnya untuk mengetahui penambahan biaya akibat lembur, tenaga kerja, dan biaya denda dapat dilihat di Tabel 13 berikut ini :
Tabel 5.47 Perbandingan Penambahan Biaya Akibat 1 Jam Lembur, Tenaga Kerja 1 dan Biaya Denda

DURASI	TOTAL BIAYA (PENAMBAHAN JAM KERJA)	TOTAL BIAYA (PENAMBAHAN TEBAGA KERJA)	DENDA
222,00	Rp (5.066.518.382,22)	Rp (5.066.518.382,22)	Rp -
221,77	Rp (5.066.320.037,93)	Rp (5.066.282.906,25)	Rp 1.165.299,23
221,43	Rp (5.066.022.558,94)	Rp (5.065.935.996,17)	Rp 2.887.915,48
221,32	Rp (5.066.335.760,71)	Rp (5.065.819.173,17)	Rp 3.445.232,50
220,98	Rp (5.066.030.038,87)	Rp (5.065.470.940,86)	Rp 5.167.848,75
220,97	Rp (5.066.080.747,44)	Rp (5.065.460.157,56)	Rp 5.218.513,93
220,41	Rp (5.065.682.529,00)	Rp (5.064.882.709,26)	Rp 8.055.764,23
219,95	Rp (5.065.339.310,34)	Rp (5.064.410.266,21)	Rp 10.386.362,68
219,95	Rp (5.065.567.503,10)	Rp (5.064.406.808,43)	Rp 10.386.362,68
219,95	Rp (5.065.698.717,33)	Rp (5.064.406.928,43)	Rp 10.386.362,68
219,49	Rp (5.065.331.141,53)	Rp (5.063.932.203,16)	Rp 12.716.961,14
218,12	Rp (5.064.271.878,25)	Rp (5.062.527.015,09)	Rp 19.658.091,32
216,75	Rp (5.063.194.385,12)	Rp (5.061.117.919,24)	Rp 26.599.221,51
215,38	Rp (5.062.012.339,93)	Rp (5.059.722.522,28)	Rp 33.540.351,69
215,38	Rp (5.062.134.150,36)	Rp (5.059.705.262,28)	Rp 33.540.351,69
215,38	Rp (5.062.261.138,61)	Rp (5.059.705.384,50)	Rp 33.540.351,69
214,01	Rp (5.061.157.374,06)	Rp (5.058.297.455,32)	Rp 40.481.481,87
214,01	Rp (5.061.493.516,78)	Rp (5.058.293.383,10)	Rp 40.481.481,87
213,67	Rp (5.061.217.016,35)	Rp (5.057.941.595,24)	Rp 42.204.098,12
213,33	Rp (5.061.774.200,26)	Rp (5.057.576.377,38)	Rp 43.926.714,37
212,90	Rp (5.061.464.905,79)	Rp (5.057.133.888,68)	Rp 46.105.317,28
211,96	Rp (5.060.580.214,26)	Rp (5.056.162.244,87)	Rp 50.867.844,56
211,96	Rp (5.062.012.786,55)	Rp (5.056.161.951,53)	Rp 50.867.844,56
211,62	Rp (5.063.463.035,38)	Rp (5.055.807.457,01)	Rp 52.590.460,81
211,62	Rp (5.063.769.113,82)	Rp (5.055.799.714,79)	Rp 52.590.460,81
211,28	Rp (5.063.597.127,63)	Rp (5.055.454.144,70)	Rp 54.313.077,06
210,60	Rp (5.063.153.525,46)	Rp (5.054.752.982,32)	Rp 57.758.309,56
209,91	Rp (5.062.710.414,81)	Rp (5.054.057.514,41)	Rp 61.254.207,24
209,23	Rp (5.062.966.726,31)	Rp (5.053.371.312,03)	Rp 64.699.439,74
208,55	Rp (5.064.459.804,04)	Rp (5.052.687.984,09)	Rp 68.144.672,24
208,54	Rp (5.065.007.161,31)	Rp (5.052.672.608,56)	Rp 68.195.337,42
205,59	Rp (5.065.156.826,09)	Rp (5.049.655.407,50)	Rp 83.141.566,65
205,59	Rp (5.067.137.760,97)	Rp (5.049.669.007,50)	Rp 83.141.566,65
204,68	Rp (5.066.414.536,49)	Rp (5.048.730.960,26)	Rp 87.752.098,38
203,63	Rp (5.068.167.048,53)	Rp (5.047.650.302,33)	Rp 93.071.942,68
203,54	Rp (5.068.124.433,03)	Rp (5.047.549.933,72)	Rp 93.527.929,34
202,63	Rp (5.067.427.794,07)	Rp (5.046.659.806,48)	Rp 98.138.461,06

4. Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Pasca Sarjana, Fakultas Theologi Weda Bhakti, Universitas Sanata Dharma Yogyakarta.

1. Waktu dan biaya optimum penambahan lembur 1 jam didapat pada umur proyek 211,96

hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.060.580.214,26. Untuk penambahan jam lembur 2 jam didapat pada umur 209,28 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.060.628.119,27, dan penambahan lembur 3 jam didapat pada umur proyek 220,80 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.065.678.161,01. Dari ketiga penambahan jam lembur didapatkan biaya termurah yaitu terdapat pada penambahan jam lembur 2 dengan durasi 209,28 hari dan total biaya proyek Rp 5.060.628.119,27.

2. Waktu dan biaya total akibat penambahan tenaga kerja 1 didapat pada umur proyek 211,96 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.056.162.244,87. Untuk penambahan tenaga kerja 2 didapatkan pada umur 209,28 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.053.437.949,00, dan pada penambahan tenaga kerja 3 didapatkan pada durasi 220,80 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp 5.065.282.205,85.

3. Perbandingan jam lembur (lembur 2 jam, dengan durasi 209,28 hari kerja dan total biaya proyek sebesar Rp 5.060.628.119,27), dan dengan penambah tenaga kerja 2 (tenaga kerja 2 durasi 209,29 hari kerja dan total biaya proyek sebesar Rp 5.053.437.949,00) didapatkan nilai termurah terdapat pada penambahan tenaga kerja dengan durasi 209,29 hari kerja dan total biaya proyek sebesar Rp 5.053.437.949,00.

4. Biaya mempercepat durasi proyek dengan penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

DAFTAR PUSTAKA

Ardika. 2014. *Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja (Lembur) Pada Proyek Konstruksi, (Studi Kasus Proyek Pembangunan Jalan Tol Bogor Ring Road Seksi II A)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Frederika, Ariany. 2010. *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi*. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.

Hidayat, Akhmad Khoirul. 2016. *Analisis Biaya Dan Waktu Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Dibandingkan Dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off, (Studi Kasus : Pekerjaan Pembangunan Hotel Cordela Yogyakarta Lantai 4 – Lantai Atap)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.

Mulyawan. 2016. *Perkiraan Waktu Dan Biaya Proyek Dengan Penambahan Jam Kerja Lembur Dan Penambahan Tenaga Kerja, (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Jembatan Padangan – Kasiman Kabupaten Bojonegoro)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Pangesti, Hesti 2016. *Analisis Biaya Dan Waktu Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja (Lembur) Dibandingkan Dengan Penambahan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off, (Studi Kasus : Proyek Pembangunan Cek Dam di Kabupaten Bandung)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

Penerbit : Erlangga, Jakarta.

Siswanto. 2007. *Operations Research*, jilid dua. Jakarta: Erlangga

Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*.

Soemardi, Biemo W., dan Kusumawardani, Rani G. 2010. *Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi*. Konferensi Nasional Teknik Sipil.