

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa mengurangi mutu pekerjaan. Pengelolaan proyek secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat sehingga dapat memberikan keuntungan dari segi biaya dan waktu. Dan juga menghindari adanya denda akibat keterlambatan pekerjaan.

Pada perencanaan proyek konstruksi, waktu dan biaya sangat penting untuk diketahui. Dari waktu dan biaya yang optimal maka pelaksana proyek bisa mendapatkan keuntungan yang maksimal. Untuk bisa mendapatkan hal tersebut maka harus dilakukan dalam optimasi waktu dan biaya adalah membuat jaringan kerja proyek (*network*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek serta mengetahui jumlah sumber daya (*resource*).

Penelitian ini membahas tentang analisis perbandingan antara metode penambahan jam kerja (lembur), metode penambahan tenaga kerja dan denda pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Mayora *HeadOffice*.

Rumusan Masalah

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

1. Berapakah perubahan biaya pelaksanaan proyek sesudah penambahan jam kerja (lembur) ?
2. Berapakah besarnya perubahan biaya pelaksanaan proyek sesudah penambahan tenaga kerja ?
3. Berapakah besarnya biaya pelaksanaan proyek sesudah penambahan biaya denda ?
4. Bagaimanakah perbandingan biaya akibat penambahan jam kerja (lembur), biaya akibat penambahan tenaga kerja, dan biaya denda ?

Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis perkiraan biaya pelaksanaan proyek akibat penambahan jam kerja (lembur).
2. Menganalisis perkiraan biaya akibat penambahan tenaga kerja
3. Menganalisis perkiraan biaya akibat penambahan biaya denda.
4. Menganalisis perbandingan antara penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, dan biaya denda. Untuk menentukan metode mana yang lebih menguntungkan bagi pelaksana Proyek Pembangunan Gedung Mayora *Head Office*.

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 kebijaksanaan 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

Novitasari (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*. Frederika (2010) menyatakan bahwa durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimumkan untuk melaksanakan percepatan suatu aktivitas, yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan lembur, penggunaan alat berat, dan pengubahan metode konstruksi di lapangan.

3. LANDASAN TEORI

Metode CPM (*Critical Path Method*)

CPM (*Critical Path Method*) adalah suatu metode dengan menggunakan *arrow diagram* didalam menentukan lintasan kritis sehingga kemudian disebut juga sebagai diagram lintasan kritis. CPM menggunakan satu angka estimasi durasi kegiatan yang tertentu (*deterministic*), selain itu didalam CPM mengenal adanya EET (*Earliest Event Time*) dan LET (*Last Event Time*), serta *Total Float* dan *Free Float*. EET adalah peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari suatu kegiatan, sedangkan LET adalah peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari suatu kegiatan. Metode CPM membantu mendapatkan lintasan kritis, yaitu lintasan yang menghubungkan kegiatan – kegiatan kritis, atau dengan kata lain lintasan kritis adalah lintasan kegiatan yang tidak boleh terlambat ataupun mengalami penundaan pelaksanaan karena keterlambatan tersebut akan menyebabkan keterlambatan pada waktu total penyelesaian proyek.

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

Di dalam perencanaan suatu proyek disamping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan seminim mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-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 minimum. Oleh karena itu perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya).

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 :

- Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).
- Penambahan tenaga kerja
- Pergantian atau penambahan peralatan
- Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
- 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

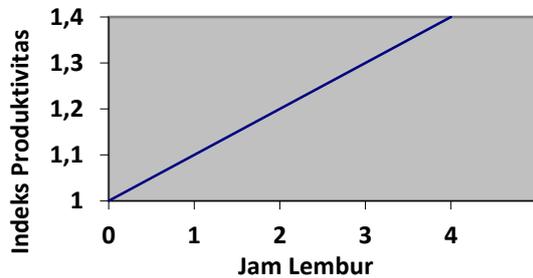
Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Didalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi; yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat. Kesuksesan dari suatu proyek konstruksi salah satunya tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya, dan pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah untuk dikelola. Upah yang diberikan sangat tergantung pada kecakapan masing-masing pekerja dikarenakan setiap pekerja memiliki karakter masing-masing yang berbeda-beda satu sama lainnya.

Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) para pekerja. Penambahan dari jam kerja (lembur) ini sangat sering dilakukan dikarenakan dapat memberdayakan sumber daya yang sudah ada dilapangan dan cukup dengan mengefisienkan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor. Biasanya waktu kerja normal pekerja adalah 7 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 16.00 dengan satu jam istirahat), kemudian jam lembur dilakukan setelah jam kerja normal selesai.

Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 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. Grafik Indikasi Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja (Sumber: Soeharto, 1997).

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

1. Produktivitas harian

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

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

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

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. *Crash duration*

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

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

Biaya Tambahan Pekerja (Crash Cost)

Penambahan waktu kerja akan menambah besar biaya untuk tenaga kerja dari biaya normal tenaga kerja. 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

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

$$= Produktivitas\ perjam \times Harga\ satuan\ upah\ pekerja$$
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:

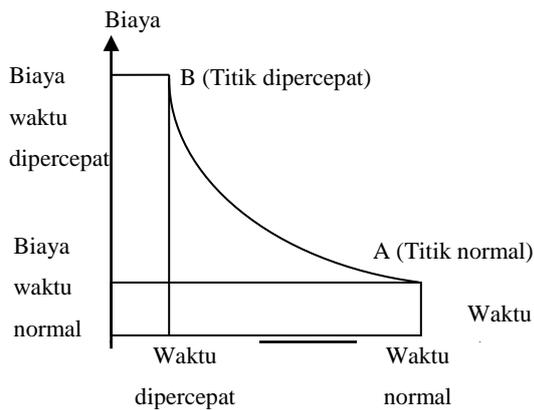
- n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)
4. *Crash cost* pekerja perhari

$$= (Jam\ kerja\ perhari \times Normal\ cost\ pekerja) + (n \times Biaya\ lembur\ perjam)$$
 5. *Cost slope*

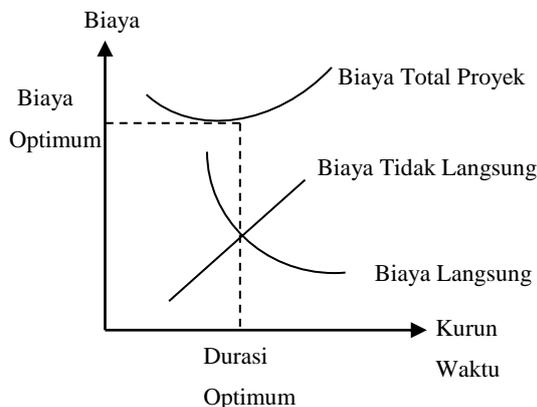
$$= \frac{Crash\ cost - Normal\ cost}{Durasi\ normal - Durasi\ crash}$$

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. Dari Gambar 2. terlihat bahwa semakin besar penambahan jumlah jam kerja (lembur) maka akan semakin cepat waktu penyelesaian proyek, akan tetapi sebagai konsekuensinya maka terjadi biaya tambahan yang harus dikeluarkan akan semakin besar. Gambar 3. menunjukkan hubungan biaya langsung, biaya tak langsung dan biaya total dalam suatu grafik dan terlihat bahwa biaya optimum didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkecil



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



Gambar 3. Grafik 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 × denda perhari akibat keterlambatan

Dengan:

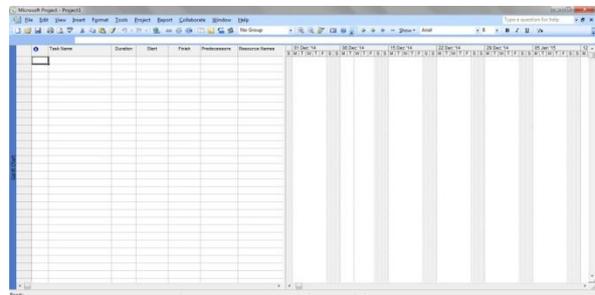
Denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1 permil dari nilai kontrak.

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

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 proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan.

Tahap 3 : Analisis percepatan dengan aplikasi program dan metode *time cost trade Off*

Tahap 4 : Kesimpulan

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

Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi waktu dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimasian 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 bahan dan upah.

c. Analisis harga satuan.

Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan, meliputi :

1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
2. Analisa harga satuan bahan proyek
3. *Time schedule*
4. Biaya tidak langsung

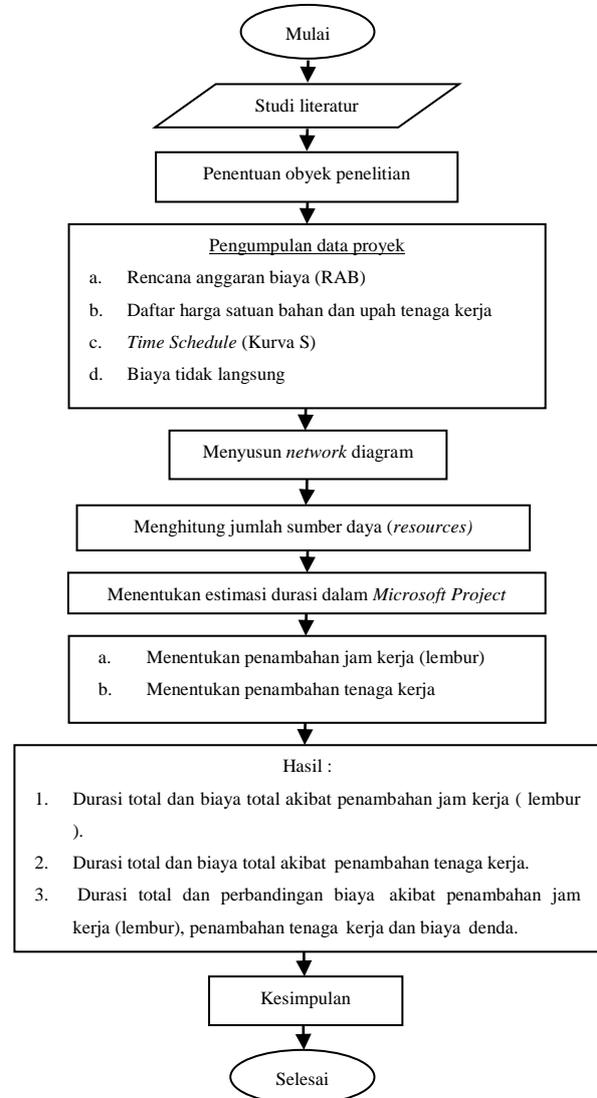
Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project 2010*, *Metode Time Cost Trade Off* dan *Microsoft Excel 2010*. Dengan menginputkan data yang terkait untuk dianalisis kedalam program *Microsoft Project 2010*, maka nantinya akan dikalkulasi secara otomatis sesuai dengan rumus-rumus kalkulasi yang telah dibuat oleh program ini. Dan hasil penginputan data adalah lintasan kritis.

Setelah lintasan kritis didapat selanjutnya dianalisis setiap kegiatan pekerja yang berada di lintasan kritis dengan metode *time cost trade off* yaitu penambahan jam lembur dan tenaga kerja yang juga dibantu dengan *Microsoft Excel 2007* untuk mempermudah analisis dan perhitungan. Hasil dari analisis tersebut adalah percepatan

durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat. Kenaikan biaya ini disebabkan karena penambahan jam lembur dan tenaga kerja.

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



Gambar 5. Bagan alir penelitian

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari Proyek Pembangunan Gedung Indonesia ini adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek	: A
Konsultan Supervisi	: PT. B
Kontraktor	: PT. C
Anggaran	: Rp. 146.796.409.350
Anggaran <i>Baseline</i>	: Rp. 146.795.949.848

Waktu pelaksanaan : 158 Hari kerja

Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis

Pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan kegiatan - kegiatan kritis adalah pekerjaan dengankode

kegiatan1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,. Alasan - alasan pemilihan item kegiatan yang ada dalam kegiatan krtitis 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.

Penerapan Metode *Time Cost Trade Off* Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 8 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (07.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00-17.00). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah :

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

Adapun salah satu contoh perhitungannya sebagai berikut :

Pek. Pembesian Pile Cap

Volume = 260.145 m³
 Durasi normal = 70 hari
 Durasi normal (jam) = 70 × 8

$$\begin{aligned} &= 560 \text{ jam} \\ &= \frac{\text{Volume}}{\text{durasi normal}} \end{aligned}$$

Produktivitas jam normal
 $= \frac{260145}{560} = 464,5 \text{ m}^3/\text{jam}$

Maksimal *crashing* =
 $\frac{260145}{(464,5 \times 9) + (1 \times 0,9 \times 464,5)} = 62,9 \text{ hari} = 63 \text{ hari}$

Maka maksimal *crashing* = 70 hari – 63 hari = 7 hari

Diambil asumsi *crashing* = 1 hari

Durasi percepatan = 70 hari – 1 hari = 69 hari

Untuk tambahan waktu lembur dilakukan 1 hari pertama selama proyek berlangsung :

Tambahan waktu lembur = 1 jam/hari × 1 hari = 1 jam

Biaya lembur perjam :

Pekerja = (Rp. 8.375 × 1,5) = Rp. 12.562

Tukang = (Rp. 8.750 × 1,5) = Rp. 13.125

Kepala Tukang = (Rp.10.000 × 1,5) = Rp.15.000

Mandor = (Rp. 10.625 × 1,5) = Rp. 15.937

Upah lembur :

Pekerja :

(26 × 1 jam × Rp.12.562)=Rp.326.750

Tukang :

(26 × 1 jam × Rp.13.125)=Rp. 341.381

Kepala Tukang :

(3 × 1 jam × Rp.15.000)=Rp. 45.000

Mandor :

(1 × 1 jam × Rp. 15.937)=Rp. 15.937

Total Upah lembur :

(Rp. 326.750 + Rp. 341.381 + Rp. 45.000 + Rp. 15.937)=Rp. 729.069

Biaya Normal = Rp. 4.896.713.963

Biaya percepatan :

(Rp.4.896.713.963+Rp.729.069)=Rp.4.897.443.032

Slope biaya perhari

$$= \frac{\text{Biaya percepatan} - \text{biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{duarsi percepatan}}$$

$$= \frac{\text{Rp.4.897.443.032} - \text{Rp.4.896.713.963}}{70 - 69}$$

$$= \text{Rp. 729.069}$$

Slope biaya setelah *crashing*

Rp. 729.069 × 1 hari = Rp. 729.069

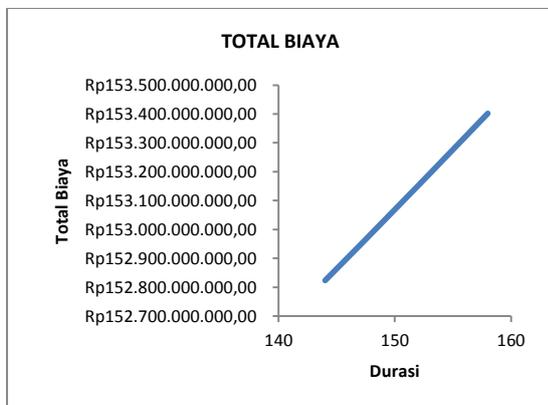
Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur dapat dilihat pada Tabel 3 sedangkan Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan grafik biaya tidak langsung akibat jam lembur dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



Gambar 5. Grafik biaya langsung (Upah lembur)



Gambar 6. Grafik biaya tidak langsung (upah lembur)



Gambar.7 Grafik biaya total (upah lembur)

Penambahan Tenaga Kerja

Untuk perhitungan penambahan tenaga kerja dilakukan dari kegiatan - kegiatan kritis yang akan dipercepat dan dihitung berdasarkan data biaya langsung pekerjaan sehingga diperoleh pertambahan biaya (*cost slope*) pekerjaan. Adapun salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Pek. Pembesian Pile cap

Volume = 260.145 m³
 Durasi normal = 70 hari

Kapasitas tenaga kerja per 1m³ adalah
 Pekerja = 0,007 Oh @ Rp. 67.000,00
 Tukang = 0,007 Oh @ Rp. 70.000,00
 Kepala Tukang = 0,0007 Oh @ Rp. 80.000,00
 Mandor = 0,0003 Oh @ Rp. 85.000,00

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

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

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(0,007 \times 260.145)}{70} = 26 \text{ orang}$$

Jadi upah Pekerja

$$26 \times \text{Rp. } 67.000,00 = \text{Rp. } 1.742.000$$

$$\text{Jumlah Tukang} = \frac{(0,007 \times 260.145)}{70} = 26 \text{ orang}$$

Jadi upah tukang

$$26 \times \text{Rp. } 70.000,00 = \text{Rp. } 1.820.000$$

Jumlah Kepala Tukang

$$= \frac{(0,0007 \times 260.145)}{70} = 2,36 = 3 \text{ orang}$$

Jadi upah Kepala Tukang

$$3 \times \text{Rp. } 80.000,00 = \text{Rp. } 240.000,00$$

$$\text{Jumlah Mandor} = \frac{(0,0003 \times 260.145)}{70} = 1 \text{ orang}$$

Jadi upah pekerja

$$1 \times \text{Rp. } 85.000,00 = \text{Rp. } 85.000,00$$

Jadi upah normal tenaga kerja selama 70 hari adalah :

$$(\text{Rp. } 1.742.000 + 1.820.000 + \text{Rp. } 240.000 + \text{Rp. } 85.000) \times 70 \text{ hari} = \text{Rp. } 272.090.000$$

Pekerjaan ini akan dipercepat dengan durasi percepatan 1 hari, adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :

$$\text{Volume} = 260.145 \text{ m}^3$$

$$\text{Crashing} = 1 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi dipercepat} = 70 - 1 = 69 \text{ hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

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

$$\text{Jumlah Pekerja} : \frac{(0,007 \times 260.145)}{69} = 26,3 = 27 \text{ orang}$$

$$\text{Jadi upah Pekerja} = 27 \times \text{Rp. } 67.000,00 = \text{Rp. } 1.809.000$$

$$\text{Jumlah Tukang} = \frac{(0,007 \times 260.145)}{69} = 26,3 = 27 \text{ orang}$$

Jadi upah Tukang

$$27 \times \text{Rp. } 70.000 = \text{Rp. } 1.890.000$$

Jumlah Kepala Tukang

$$\frac{(0,0007 \times 260.145)}{69} = 2,6 = 3 \text{ orang}$$

Jadi upah Kepala Tukang

$$1 \times \text{Rp. } 85.000,00 = \text{Rp. } 85.000,00$$

Jumlah Mandor

$$\frac{(0,0003 \times 260.145)}{69} = 1,1 = 2 \text{ orang}$$

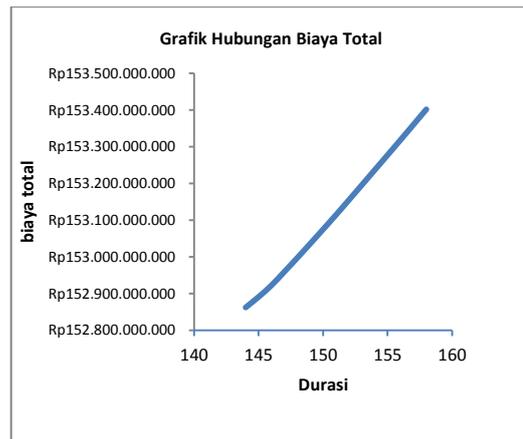
Jadi upah Mandor

$2 \times \text{Rp.}85.000 = \text{Rp.} 85.000$
 Jadi upah normal tenaga kerja selama 69 hari adalah :
 $(\text{Rp.} 1.809.000 + \text{Rp.} 1.890.000 + \text{Rp.} 240.000 + \text{Rp.} 170.000) \times 69 \text{ hari} = \text{Rp.} 283.521.000$

$$\text{Slope Biaya akibat percepatan} = \frac{(\text{biaya dipercepat} - \text{biaya normal})}{(\text{waktu normal} - \text{waktu dipercepat})} = \frac{(\text{Rp.}283.521.000 - \text{Rp.}272.090.000)}{(70 - 69)} = \text{Rp.} 11.431.000$$

Slope biaya selama 1 hari
 $\text{Rp.} 11.431.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp.} 11.431.000$

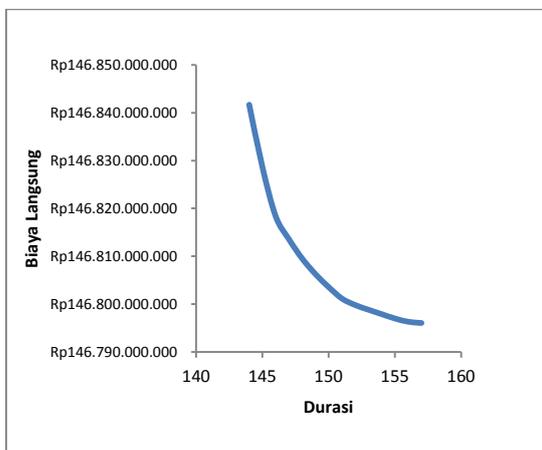
Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Tenaga Kerja dapat dilihat pada Tabel 4 sedangkan Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan grafik biaya tidak langsung akibat tenaga kerja dapat dilihat pada Gambar dibawah ini.



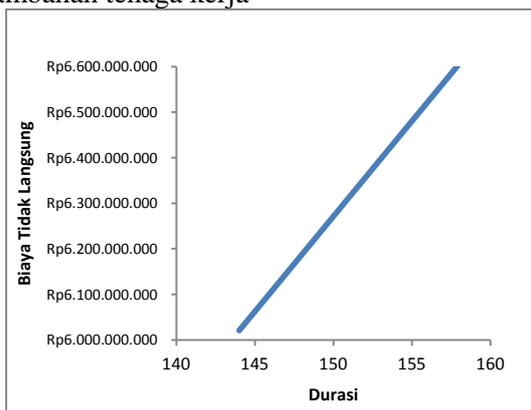
Grafik.10 Grafik biaya total (tenaga kerja)

Perbandingan Penambahan Biaya Akibat Jam Lembur, Tenaga Kerja dan Biaya Denda

Penambahan biaya akibat jam lembur lebih murah dibandingkan dengan biaya penambahan tenaga kerja pada durasi percepatan proyek yang sama. Biaya mempercepat durasi proyek (penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja) lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar.8 Grafik biaya total akibat penambahan tenaga kerja



Grafik.9 Grafik biaya tidak langsung (tenaga kerja)

6. KESIMPULAN

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Mayora Head Office Jakarta, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu dan biaya total akibat penambahan jam kerja (lembur) didapat pada umur proyek 144 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 151.823.352.113,97 dengan total percepatan 14 hari.
2. Waktu dan biaya total akibat penambahan tenaga kerja didapat pada umur proyek 144 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 152.862.161.054 dengan total percepatan 14 hari.
3. Pilihan terbaik adalah dengan penambahan jam kerja (lembur), karena menghasilkan biaya yang paling rendah dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja.
4. Biaya mempercepat durasi proyek (penambahan jam lembur atau

penambahan tenaga kerja) lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

Tabel 2. Daftar Kegiatan Kritis

KODE	PEKERJAAN	NORMAL DURASI (HARI)
1	Pembesian Pile Cap	70
2	Pembesian Tie Beam	70
3	Bekisting Tie Beam	55
4	Cor Tie Beam	7
5	Pembesian Pondasi Retaining Wall (sisi ramp)	67
6	Cor Pondasi Retaining Wall (sisi ramp)	7
7	Pembesian Ramp	10
8	Cor Ramp	7
9	Pembesian Tangga	6
10	Cor Tangga	7
11	Pembesian Kolom	35
12	Bekisting Kolom	30
13	Cor Kolom	14
14	Cor Dinding	11

Sumber : Hasil pengolahan data

Sumber: Hasil pengolahan data

Tabel 3. Perhitungan biaya total akibat jam lembur

Tabel 5.9 Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur

Durasi (Hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
158	Rp146.795.949.848	Rp 6.605.817.743,16	Rp 153.401.767.591,16
157	Rp146.795.961.004	Rp 6.564.008.770,10	Rp 153.359.969.774,35
156	Rp146.795.985.867	Rp 6.522.199.797,04	Rp 153.318.185.663,79
155	Rp146.796.036.398	Rp 6.480.390.823,99	Rp 153.276.427.221,99
154	Rp146.796.090.998	Rp 6.438.581.850,93	Rp 153.234.672.848,93
153	Rp146.796.148.748	Rp 6.396.772.877,87	Rp 153.192.921.625,87
152	Rp146.796.617.957	Rp 6.354.963.904,81	Rp 153.151.581.862,19
151	Rp146.797.095.707	Rp 6.313.154.931,75	Rp 153.110.250.639,13
150	Rp146.797.684.354	Rp 6.271.345.958,70	Rp 153.069.030.312,95
149	Rp146.798.273.001	Rp 6.229.536.985,64	Rp 153.027.809.986,76
148	Rp146.798.917.514	Rp 6.187.728.012,58	Rp 152.986.645.526,21
147	Rp146.799.642.177	Rp 6.145.919.039,52	Rp 152.945.561.216,27
146	Rp146.800.656.664	Rp 6.104.110.066,46	Rp 152.904.766.730,71
145	Rp146.801.671.152	Rp 6.062.301.093,41	Rp 152.863.972.245,16
144	Rp146.802.859.994	Rp 6.020.492.120,35	Rp 152.823.352.113,97

Sumber: Hasil pengolahan data

Tabel 4. Perhitungan biaya total akibat tenaga kerja

Durasi (Hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
158	Rp146.795.949.848	Rp 6.605.817.889	Rp 153.401.767.737
157	Rp146.796.049.848	Rp 6.564.008.915	Rp 153.360.058.763
156	Rp146.796.306.848	Rp 6.522.199.941	Rp 153.318.506.789
155	Rp146.796.993.848	Rp 6.480.390.967	Rp 153.277.384.815
154	Rp146.797.899.848	Rp 6.438.581.993	Rp 153.236.481.841
153	Rp146.798.819.848	Rp 6.396.773.019	Rp 153.195.592.867
152	Rp146.799.798.768	Rp 6.354.964.046	Rp 153.154.762.814
151	Rp146.801.153.768	Rp 6.313.155.072	Rp 153.114.308.840
150	Rp146.803.541.930	Rp 6.271.346.098	Rp 153.074.888.027
149	Rp146.806.260.930	Rp 6.229.537.124	Rp 153.035.798.053
148	Rp146.809.500.930	Rp 6.187.728.150	Rp 152.997.229.079
147	Rp146.813.539.930	Rp 6.145.919.176	Rp 152.959.459.105
146	Rp146.818.320.930	Rp 6.104.110.202	Rp 152.922.431.131
145	Rp146.828.561.930	Rp 6.062.301.228	Rp 152.890.863.157
144	Rp146.841.668.801	Rp 6.020.492.254	Rp 152.862.161.054

Sumber: Hasil pengolahan data

Tabel 5. Perbandingan Penambahan Biaya Akibat Jam Lembur, Tenaga Kerja dan Biaya Denda

Hari	Biaya Jam Lembur	Biaya Tenaga Kerja	Biaya Denda
0	Rp -	Rp -	Rp -
1	Rp 153.359.969.774,35	Rp 153.360.058.763	Rp 153.548.563.687
2	Rp 153.318.185.663,79	Rp 153.318.506.789	Rp 153.653.650.663
3	Rp 153.276.427.221,99	Rp 153.277.384.815	Rp 153.758.894.639
4	Rp 153.234.672.848,93	Rp 153.236.481.841	Rp 153.864.568.615
5	Rp 153.192.921.625,87	Rp 153.195.592.867	Rp 153.970.461.591
6	Rp 153.151.581.862,19	Rp 153.154.762.814	Rp 154.076.368.567
7	Rp 153.110.250.639,13	Rp 153.114.308.840	Rp 154.182.334.462
8	Rp 153.069.030.312,95	Rp 153.074.888.027	Rp 154.288.676.438
9	Rp 153.027.809.986,76	Rp 153.035.798.053	Rp 154.396.051.576
10	Rp 152.986.645.526,21	Rp 152.997.229.079	Rp 154.503.757.552
11	Rp 152.945.561.216,27	Rp 152.959.459.105	Rp 154.611.984.527
12	Rp 152.904.766.730,71	Rp 152.922.431.131	Rp 154.721.010.503
13	Rp 152.863.972.245,16	Rp 152.890.863.157	Rp 154.830.778.479
14	Rp 152.823.352.113,97	Rp 152.862.161.054	Rp 154.946.006.453

Sumber: Hasil pengolahan data

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia,2015.*Optimasi waktu dan biaya pada proyek konstruksi dengan penambahan jam kerja(lembur),dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja menggunakan metode time cost trade off.*Tugas Akhir.Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Buluatie, Nurhadinata. 2013. *Optimalisasi biaya dan waktu dengan metode time cost trade off.* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gorontalo, Gorontalo.
- Frederika, Ariany. 2010. *Analisi Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi.* Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Novitasari, Vien. 2014. *Penambahan jam kerja pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Belitung dengan Time Cost Trade Off .* Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Soeharto, Iman, 1995, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional,* Penerbit: Erlangga, Jakarta.