

## Aplikasi Metode Time Cost Trade Off Pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia

(Application of Time Cost Trade Off Method in Construction Project: Case Study Indonesia  
Building Construction Project)

MANDIYO PRIYO, MUHAMAD RAA'UF AULIA

### ABSTRACT

Time and cost are very influential to the success and failure of a project. The measurement of project can be seen by the short time arrangement and minimum cost without denying the quality of project result. Systematically project management is very needed to make sure the time of project realization appropriate with the contract or it can be done faster so the cost will be able to be pressed. Moreover it is also to avoid paying the fine caused by the project lateness. The purpose of this research is to calculate the cost change and time project arrangement by adding work time variation and employed increment, then compare the result between fine cost and cost changing after the overtime and employee increment. Data in this research is secondary data from implementer contractor. Data analysis is used Microsoft Project 2007 program and time cost trade off method. The result from Microsoft Project 2007 program is critical path and result from time cost trade off method is duration velocity and increment cost in every activity that fasten. The result of this research indicated that (1) Time and cost optimum result of the adding work time (overtime) obtained at the age of project 242 days of work with total cost of project Rp. 10.481.732.644,58 with time efficiency project 24 days (9,02%) and cost efficiency project Rp. 43.019.556,39 (0,41%). (2) Time and cost optimum result of the employee increment obtained at the age of project 243 days of work with total cost project Rp. 10.482.934.084,43 with time efficiency project 23 days (8,65%) and cost efficiency project Rp. 41.818.116,54 (0,40%). (3) The best choice is with adding work time (overtime), because it produces time and cost efficiency highest with time efficiency project 24 days (9,02%) and cost efficiency project Rp. 43.019.556,39 (0,41%). (4) Cost expedite duration project (adding overtime or employee increment) cheaper than the cost that should be paid if the project failed and have to pay the fine.

**Key words:** Microsoft Project, Duration Acceleration, Time Cost Trade Off

## PENDAHULUAN

### *Latar Belakang*

Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Tolok 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.

Pada perencanaan proyek konstruksi, waktu dan biaya yang dioptimalkan sangat penting untuk diketahui. Dari waktu dan biaya yang optimal maka pelaksana proyek bisa mendapatkan keuntungan yang maksimal. Untuk bisa mendapatkan hal tersebut maka yang 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 (*resources*).

Penelitian ini membahas optimalisasi waktu proyek dan biaya proyek pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Indonesia dengan metode penambahan jam kerja (*lembur*) dan metode penambahan tenaga kerja.

### *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 besarnya perubahan antara waktu dan biaya pelaksanaan proyek sebelum dan sesudah penambahan tenaga kerja ?
3. Berapakah durasi optimal Proyek Pembangunan Gedung Indonesia ?
4. Berapakah total biaya pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Indonesia dengan durasi proyek optimal ?

5. Bagaimanakah perbandingan durasi optimal dan biaya optimal dari penambahan jam kerja (*lembur*) dan penambahan tenaga kerja ?
6. 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 durasi yang optimal untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Gedung Indonesia.
2. Menganalisis perkiraan biaya yang optimal akibat penambahan jam kerja (*lembur*) dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja.
3. Menganalisis biaya akibat penambahan jam kerja (*lembur*), biaya akibat penambahan tenaga kerja dan 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 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.

## 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.

## 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. 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 di samping 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 :

- 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*

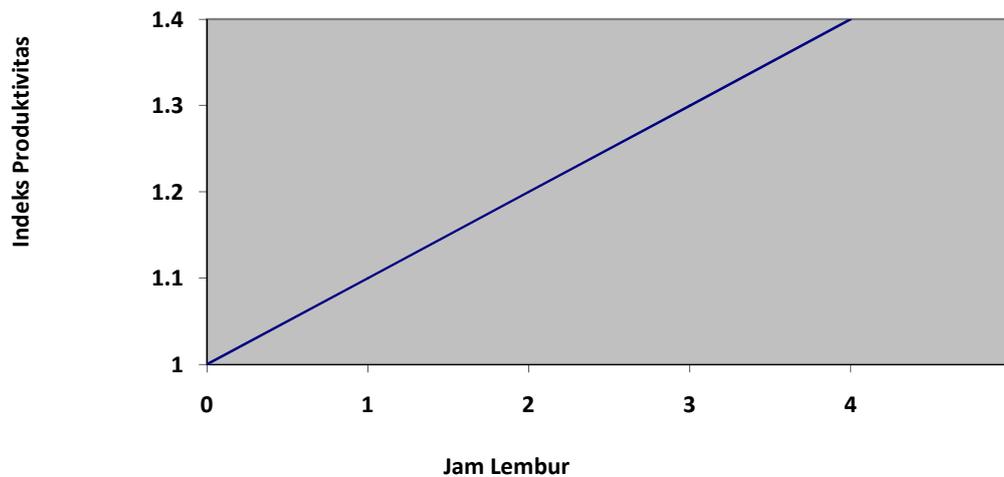
Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Di dalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi; yang dapat dipisahkan menjadi 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).

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

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. *Crash duration*  

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

#### 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  

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

3. Biaya lembur pekerja  

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

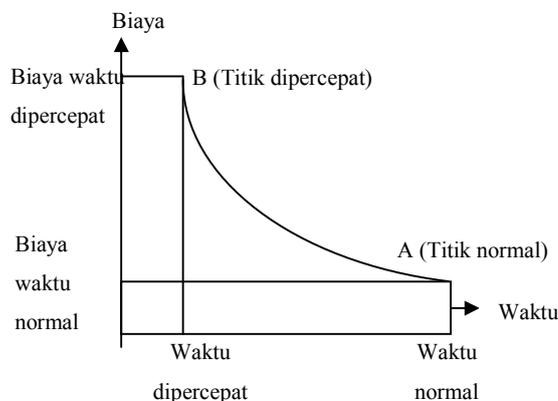
Dengan:  
 n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)
4. *Crash cost* pekerja perhari  

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

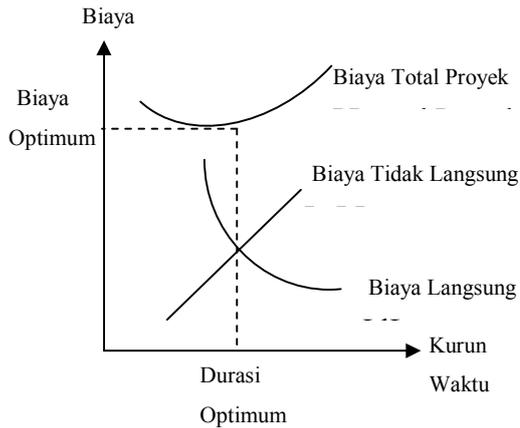
$$= \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}$$

*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. 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:

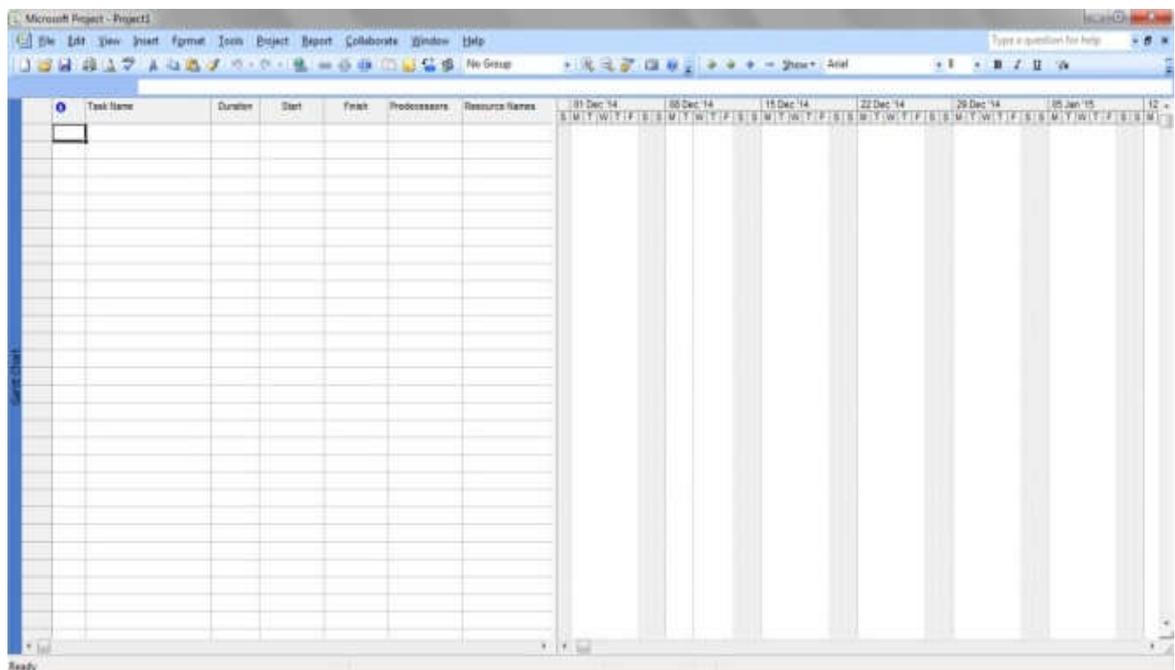
Total denda = total waktu akibat keterlambatan × denda perhari akibat keterlambatan  
 Dengan:

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.

## METODE PENELITIAN

### *Lokasi Penelitian*

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Indonesia.

### *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 :

- a. 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.
- b. Tahap 2 : Pengumpulan Data  
Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan.
- c. Tahap 3 : Analisis percepatan dengan aplikasi program dan metode *time cost trade Off*
- d. 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 pengoptimalan 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 :

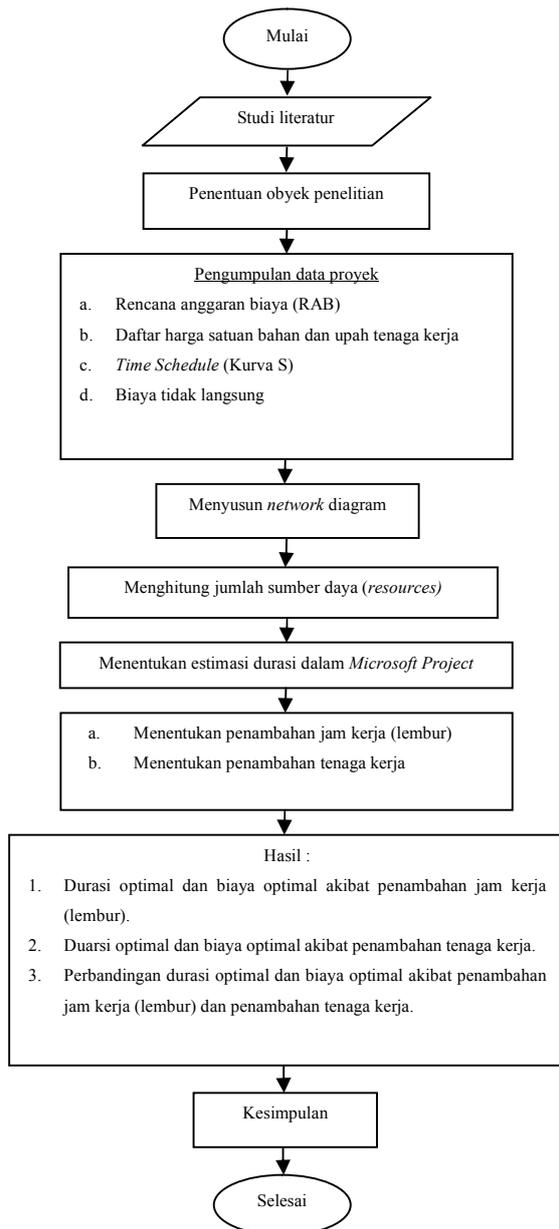
1. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
2. Analisa harga satuan bahan proyek
3. *Time schedule*
4. Biaya tidak langsung

### *Analisis Data*

Analisis data dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project 2007*, *Metode Time Cost Trade Off* dan *Microsoft Excel 2007*. Dengan menginputkan data yang terkait untuk dianalisis kedalam program *Microsoft Project 2007*, 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

## 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. 10.879.019.215,36  
 Anggaran *Baseline* : RP. 9.822.927.200,97  
 Waktu pelaksanaan : 266 Hari kerja

*Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis*

Pekerjaan yang akan dipercepat berdasarkan kegiatan - kegiatan kritis adalah pekerjaan dengan kode kegiatan B, E, F, G, H, I, J, K, L, N, O, P, Q, R, S, T, W, X, Z, AB, AC, AD, AE, AF, AG, dan AI. 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

KODE	JENIS PEKERJAAN	DURASI (Hari)
A	Pek. Bore Pile Dia. 50 cm	14
B	Pek. Beton Bored Pile	14
C	Pek. Galian Tanah Pile Cap	7
D	Pek. Lantai kerja pile cap dan tie beam	7
E	Pek. Beton Pile Cap PC1	14
F	Pek. Kolom K1=45/45	14
G	Pek. Kolom K1=45/45 elv +0m - +4m	21
H	Pek. Balok Lantai B1 = 30/65 +0m - +4m	14
I	Pek. Balok Lantai B2 = 25/45 +0m - +4m	14
J	Pek. Balok Lantai B3 = 20/30 +0m - +4m	14
K	Pek. Balok Lantai B4 = 25/65 +0m - +4m	14
L	Pek. Balok Lantai B5 = 20/45 +0m - +4m	14
M	Pek. Balok Lantai B6 = 30/45 +0m - +4m	14
N	Pek. Beton Plat Lantai +0m - +4m	21
O	Pek. Kolom K1 = 45/45 +4m - +8m	21
P	Pek. Balok Lantai B1 = 30/65 +4m - +8m	14
Q	Pek. Balok Lantai B2 = 25/45 +4m - +8m	14
R	Pek. Balok Lantai B3 = 20/30 +4m - +8m	14
S	Pek. Balok Lantai B4 = 25/65 +4m - +8m	14
T	Pek. Balok Lantai B5 = 20/45 +4m - +8m	14
U	Pek. Balok Lantai B6 = 30/45 +4m - +8m	14
V	Pek. Beton Plat Lantai +4m - +8m	21
W	Pek. Kolom K1' = 45/45 +8m - +12m	21
X	Pek. Balok Dak B7 = 20/40 +8m - +12m	14
Y	Pek. Balok Dak B8 = 15/30 +8m - +12m	7
Z	Pek. Balok R1 = 20/40 +8m - +12m	14
AB	Pek. Balok R2 = 12/15 +8m - +12m	14
AC	Pek. Beton Plat Dak +8m - +12m	21
AD	Pasangan 1/2 bata 1:4 lantai 3	21
AE	Pasangan plesteran dinding dan beton lantai 3	14
AF	Pasangan acian dinding dan beton lantai 3	14
AG	Pas. Keramik lantai 40/40 elv +8.00	21
AH	Pas. Keramik lantai 20/20 elv +8.00	14
AI	Pas. Keramik dinding 20/25 elv +8.00	14
AJ	Pas. Keramik tangga elv +0.00 s/d +8.00	14

SUMBER: Hasil pengolahan data

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

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 9 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (07.00-17.00), 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 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 :

$$Pek. Kolom K1 = 45/45 +4m - +8m$$

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 44,8 \text{ m}^3 \\
 \text{Durasi normal} &= 21 \text{ hari} \\
 \text{Durasi normal (jam)} &= 21 \times 9 \\
 &= 189 \text{ jam} \\
 \text{Produktivitas jam normal} &= \frac{\text{Volume}}{\text{durasi normal}} \\
 &= \frac{44,8}{189} = 0,237 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

Maksimal *crashing* =  $\frac{44,8}{(0,237 \times 9) + (1 \times 0,9 \times 0,237)} = 19,093$  hari = 19 hari  
 Maka maksimal *crashing* = 21 hari – 19 hari = 2 hari  
 Diambil asumsi *crashing* = 1 hari  
 Durasi percepatan = 21 hari – 1 hari = 20 hari  
 Durasi percepatan (jam) = 20 × 9 = 180 jam  
 Produktivitas jam dipercepat =  $\frac{volume}{durasi dipercepat} = \frac{44,8}{180} = 0,249$  m<sup>3</sup>/jam  
 Waktu lembur perhari =  $\frac{0,249 - 0,237}{0,237} \times 9$  jam × 90% = 0,34 jam/hari = 1 jam/hari  
 Untuk tambahan waktu lembur dilakukan 3 hari pertama selama proyek berlangsung :  
 Tambahan waktu lembur = 1 jam/hari × 3 hari = 3 jam

Biaya lembur perjam :  
 Pekerja = (Rp. 6.833 × 1,5) = Rp. 10.250  
 Tukang = (Rp. 8.611 × 1,5) = Rp. 12.917  
 Kepala Tukang = (Rp. 9.444 × 1,5) = Rp. 14.167  
 Mandor = (Rp. 9.167 × 1,5) = Rp. 13.750

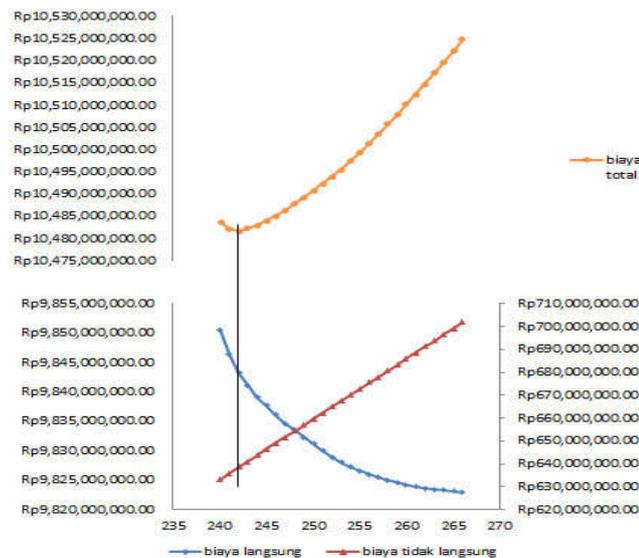
Upah lembur :  
 Pekerja = (21 × 3 jam × Rp. 10.250) = Rp. 645.750,00  
 Tukang = (9 × 3 jam × Rp. 12.917) = Rp. 384.750,00  
 Kepala Tukang = (1 × 3 jam × Rp. 14.167) = Rp. 42.500,00  
 Mandor = (1 × 3 jam × Rp. 13.750) = Rp. 41.250,00  
 Total Upah lembur = (Rp. 645.750 + Rp. 384.750 + Rp. 42.500 + Rp. 41.250,00) = Rp. 1.078.250,00

Biaya Normal = Rp. 266.924.181,54  
 Biaya percepatan = (Rp. 266.924.181,54 + Rp. 1.078.250,00) = Rp. 268.002.431,54  
 Slope biaya perhari =  $\frac{Biaya\ percepatan - biaya\ normal}{durasi\ normal - durasi\ percepatan} = \frac{Rp.268.002.431,54 - Rp.266.924.181,54}{21 - 20} = Rp. 1.078.250,00$   
 Slope biaya setelah *crashing* = Rp. 1.078.250,00 × 1 hari = Rp. 1.078.250,00

Pada penambahan jam kerja (lembur) diperoleh total biaya proyek dengan durasi atau umur proyek yang optimal yakni pada umur proyek 242 hari kerja dengan total biaya proyek yang optimum sebesar Rp. 10.481.732.644,58 dengan persentase efisien waktu dan biaya proyek adalah sebagai berikut:

1. Efisiensi waktu proyek  
 266 HK - 242 HK = 24 hari  
 Atau  $\frac{266 - 242}{266} \times 100\% = 9,02\%$
2. Efisiensi biaya proyek  
 Rp.10.524.752.200,97 – Rp. 10.481.732.644,58 = Rp. 43.019.556,39  
 Atau  $\frac{Rp.10.524.752.200,97 - Rp.10.481.732,58}{Rp.10.481.732,58} = 0,41\%$

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 6.



GAMBAR 6. Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan

TABEL 3. Perhitungan biaya total akibat jam lembur

Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
Rp 9.822.927.200,97	Rp 701.825.000,00	Rp 10.524.752.200,97
Rp 9.823.080.450,97	Rp 699.186.560,15	Rp 10.522.267.011,12
Rp 9.823.264.450,97	Rp 696.548.120,30	Rp 10.519.812.571,27
Rp 9.823.448.450,97	Rp 693.909.680,45	Rp 10.517.358.131,42
Rp 9.823.632.450,97	Rp 691.271.240,60	Rp 10.514.903.691,57
Rp 9.823.947.450,97	Rp 688.632.800,75	Rp 10.512.580.251,72
Rp 9.824.262.450,97	Rp 685.994.360,90	Rp 10.510.256.811,87
Rp 9.824.577.450,97	Rp 683.355.921,05	Rp 10.507.933.372,02
Rp 9.824.992.700,97	Rp 680.717.481,20	Rp 10.505.710.182,17
Rp 9.825.508.200,97	Rp 678.079.041,35	Rp 10.503.587.242,32
Rp 9.826.023.700,97	Rp 675.440.601,50	Rp 10.501.464.302,47
Rp 9.826.569.950,97	Rp 672.802.161,65	Rp 10.499.372.112,62
Rp 9.827.316.700,97	Rp 670.163.721,80	Rp 10.497.480.422,77
Rp 9.828.063.450,97	Rp 667.525.281,95	Rp 10.495.588.732,92
Rp 9.828.963.950,97	Rp 664.886.842,11	Rp 10.493.850.793,08
Rp 9.830.042.200,97	Rp 662.248.402,26	Rp 10.492.290.603,23
Rp 9.831.151.200,97	Rp 659.609.962,41	Rp 10.490.761.163,38
Rp 9.832.329.700,97	Rp 656.971.522,56	Rp 10.489.301.223,53
Rp 9.833.538.950,97	Rp 654.333.082,71	Rp 10.487.872.033,68
Rp 9.834.748.200,97	Rp 651.694.642,86	Rp 10.486.442.843,83
Rp 9.836.096.450,97	Rp 649.056.203,01	Rp 10.485.152.653,98
Rp 9.837.606.450,97	Rp 646.417.763,16	Rp 10.484.024.214,13
Rp 9.839.116.450,97	Rp 643.779.323,31	Rp 10.482.895.774,28
Rp 9.841.157.950,97	Rp 641.140.883,46	Rp 10.482.298.834,43
<b>Rp 9.843.230.200,97</b>	<b>Rp 638.502.443,61</b>	<b>Rp 10.481.732.644,58</b>
Rp 9.846.295.200,97	Rp 635.864.003,76	Rp 10.482.159.204,73
Rp 9.850.439.700,97	Rp 633.225.563,91	Rp 10.483.665.264,88

SUMBER: Hasil pengolahan data

$$Pek. Kolom K1 = 45/45 + 4m - +8m$$

$$\text{Volume} = 44,8 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 21 \text{ hari}$$

Kapasitas tenaga kerja per  $1\text{m}^3$  adalah

$$\text{Pekerja} = 9,767 \text{ Oh @ Rp. } 61.500,00$$

$$\text{Tukang} = 4,392 \text{ Oh @ Rp. } 77.500,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 0,440 \text{ Oh @ Rp. } 85.000,00$$

$$\text{Mandor} = 0,444 \text{ Oh @ Rp. } 82.500,00$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

$$\text{Jumlah tenaga kerja} =$$

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

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(9,767 \times 44,8)}{21} = 20,836 =$$

21 orang

$$\text{Jadi upah Pekerja} = 21 \times \text{Rp. } 61.500,00 =$$

$$\text{Rp. } 1.291.500,00$$

$$\text{Jumlah Tukang} = \frac{(4,392 \times 44,8)}{21} = 9,369 = 9 \text{ orang}$$

$$\text{Jadi upah tukang} = 9 \times \text{Rp. } 77.500,00 =$$

$$\text{Rp. } 697.500,00$$

$$\text{Jumlah Kepala Tukang} = \frac{(0,44 \times 44,8)}{21} = 0,901 =$$

1 orang

$$\text{Jadi upah Kepala Tukang} = 1 \times \text{Rp. } 85.000,00$$

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

$$\text{Jumlah Mandor} = \frac{(0,444 \times 44,8)}{21} = 0,955 = 1$$

orang

$$\text{Jadi upah pekerja} = 1 \times \text{Rp. } 82.500,00 =$$

$$\text{Rp. } 82.500,00$$

Jadi upah normal tenaga kerja selama 21 hari adalah :

$$(\text{Rp. } 1.291.500,00 + 697.500,00 + \text{Rp. } 85.000,00 + \text{Rp. } 82.500,00) \times 21 \text{ hari} = \text{Rp. } 45.286.500,00$$

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

$$\text{Volume} = 44,8 \text{ m}^3$$

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

$$\text{Durasi dipercepat} = 21 - 1 = 20 \text{ hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

Jumlah tenaga kerja =

$$\frac{(Koeffisien\ tenaga\ kerja \times volume)}{Durasi\ normal}$$

$$Jumlah\ Pekerja = \frac{(9,767 \times 44,8)}{20} = 21,878 =$$

22 orang

Jadi upah Pekerja =  $22 \times Rp. 61.500,00 =$   
Rp. 1.353.000,00

Jumlah Tukang =  $\frac{(4,392 \times 44,8)}{20} = 9,838 = 10$   
orang

Jadi upah Tukang =  $10 \times Rp. 77.500,00 =$   
Rp. 775.000,00

Jumlah Kepala Tukang =  $\frac{(0,440 \times 44,8)}{20} = 1,001 =$   
1 orang

Jadi upah Kepala Tukang =  $1 \times Rp. 85.000,00$   
= Rp. 85.000,00

Jumlah Mandor =  $\frac{(0,444 \times 44,8)}{20} = 1 = 1$  orang

Jadi upah Mandor =  $1 \times Rp. 82.500,00 =$   
Rp. 82.500,00

Jadi upah normal tenaga kerja selama 21 hari  
adalah :

$(Rp. 1.353.000,00 + Rp. 775.000,00 +$   
 $Rp. 85.000,00 + Rp. 82.500,00) \times 20$  hari =  
Rp. 45.910.000,00

Slope Biaya akibat percepatan =

$$\frac{(biaya\ dipercepat - biaya\ normal)}{(waktu\ normal - waktu\ dipercepat)}$$

$$\frac{(Rp. 45.910.000 - Rp. 45.286.500)}{(21 - 20)} = Rp. 623.500,00$$

Slope biaya selama 1 hari = Rp. 623.500,00  $\times$   
1 hari = Rp. 623.500,00

Pada penambahan tenaga kerja diperoleh biaya total proyek dengan durasi atau umur proyek yang optimal yakni pada umur proyek 243 hari kerja dengan total biaya proyek yang optimum sebesar Rp. 10.482.934.084,43. Dengan persentase efisiensi waktu dan biaya adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi waktu proyek

266 HK - 243 HK = 23 hari

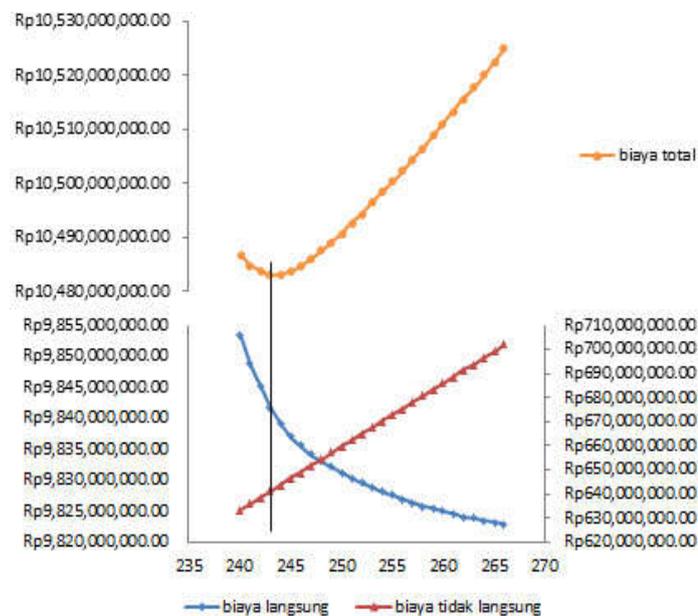
Atau  $\frac{266 - 243}{266} \times 100\% = 8,65\%$

2. Efisiensi biaya proyek

Rp. 10.524.752.200,97 - Rp.  
10.482.934.084,43  
= Rp. 41.818.116,54

Atau  $\frac{Rp. 10.524.752.200,97 - Rp. 10.482.934.084,43}{Rp. 10.482.934.084,43} =$   
0,40%

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 7.



GAMBAR 7. Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan grafik biaya tidak langsung akibat tenaga kerja

TABEL 4. Perhitungan biaya total akibat penambahan tenaga kerja

Durasi (Hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
266	Rp 9.822.927.200,97	Rp 701.825.000,00	Rp 10.524.752.200,97
265	Rp 9.823.196.200,97	Rp 699.186.560,15	Rp 10.522.382.761,12
264	Rp 9.823.509.700,97	Rp 696.548.120,30	Rp 10.520.057.821,27
263	Rp 9.823.823.200,97	Rp 693.909.680,45	Rp 10.517.732.881,42
262	Rp 9.824.200.700,97	Rp 691.271.240,60	Rp 10.515.471.941,57
261	Rp 9.824.578.200,97	Rp 688.632.800,75	Rp 10.513.211.001,72
260	Rp 9.824.966.700,97	Rp 685.994.360,90	Rp 10.510.961.061,87
259	Rp 9.825.398.200,97	Rp 683.355.921,05	Rp 10.508.754.122,02
258	Rp 9.825.829.700,97	Rp 680.717.481,20	Rp 10.506.547.182,17
257	Rp 9.826.261.200,97	Rp 678.079.041,35	Rp 10.504.340.242,32
256	Rp 9.826.864.200,97	Rp 675.440.601,50	Rp 10.502.304.802,47
255	Rp 9.827.487.700,97	Rp 672.802.161,65	Rp 10.500.289.862,62
254	Rp 9.828.147.700,97	Rp 670.163.721,80	Rp 10.498.311.422,77
253	Rp 9.828.848.700,97	Rp 667.525.281,95	Rp 10.496.373.982,92
252	Rp 9.829.563.200,97	Rp 664.886.842,11	Rp 10.494.450.043,08
251	Rp 9.830.339.200,97	Rp 662.248.402,26	Rp 10.492.587.603,23
250	Rp 9.831.115.200,97	Rp 659.609.962,41	Rp 10.490.725.163,38
249	Rp 9.832.091.700,97	Rp 656.971.522,56	Rp 10.489.063.223,53
248	Rp 9.833.070.700,97	Rp 654.333.082,71	Rp 10.487.403.783,68
247	Rp 9.834.227.700,97	Rp 651.694.642,86	Rp 10.485.922.343,83
246	Rp 9.835.488.200,97	Rp 649.056.203,01	Rp 10.484.544.403,98
245	Rp 9.837.079.700,97	Rp 646.417.763,16	Rp 10.483.497.464,13
244	Rp 9.839.229.700,97	Rp 643.779.323,31	Rp 10.483.009.024,28
<b>243</b>	<b>Rp 9.841.793.200,97</b>	<b>Rp 641.140.883,46</b>	<b>Rp 10.482.934.084,43</b>
242	Rp 9.845.227.700,97	Rp 638.502.443,61	Rp 10.483.730.144,58
241	Rp 9.848.798.700,97	Rp 635.864.003,76	Rp 10.484.662.704,73
240	Rp 9.853.462.200,97	Rp 633.225.563,91	Rp 10.486.687.764,88

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 153.250,00	Rp 269.000,00	Rp 10.879.019,22
2	Rp 337.250,00	Rp 582.500,00	Rp 21.758.038,43
3	Rp 521.250,00	Rp 896.000,00	Rp 32.637.057,65
4	Rp 705.250,00	Rp 1.273.500,00	Rp 43.516.076,86
5	Rp 1.020.250,00	Rp 1.651.000,00	Rp 54.395.096,08
6	Rp 1.335.250,00	Rp 2.039.500,00	Rp 65.274.115,29
7	Rp 1.650.250,00	Rp 2.471.000,00	Rp 76.153.134,51
8	Rp 2.065.500,00	Rp 2.902.500,00	Rp 87.032.153,72
9	Rp 2.581.000,00	Rp 3.334.000,00	Rp 97.911.172,94
10	Rp 3.096.500,00	Rp 3.937.000,00	Rp 108.790.192,15
11	Rp 3.642.750,00	Rp 4.560.500,00	Rp 119.669.211,37
12	Rp 4.389.500,00	Rp 5.220.500,00	Rp 130.548.230,58
13	Rp 5.136.250,00	Rp 5.921.500,00	Rp 141.427.249,80
14	Rp 6.036.750,00	Rp 6.636.000,00	Rp 152.306.269,02
15	Rp 7.115.000,00	Rp 7.412.000,00	Rp 163.185.288,23
16	Rp 8.224.000,00	Rp 8.188.000,00	Rp 174.064.307,45
17	Rp 9.402.500,00	Rp 9.164.500,00	Rp 184.943.326,66
18	Rp 10.611.750,00	Rp 10.143.500,00	Rp 195.822.345,88
19	Rp 11.821.000,00	Rp 11.300.500,00	Rp 206.701.365,09
20	Rp 13.169.250,00	Rp 12.561.000,00	Rp 217.580.384,31
21	Rp 14.679.250,00	Rp 14.152.500,00	Rp 228.459.403,52
22	Rp 16.189.250,00	Rp 16.302.500,00	Rp 239.338.422,74
23	Rp 18.230.750,00	Rp 18.866.000,00	Rp 250.217.441,95
24	Rp 20.303.000,00	Rp 22.300.500,00	Rp 261.096.461,17
25	Rp 23.368.000,00	Rp 25.871.500,00	Rp 271.975.480,38
26	Rp 27.512.500,00	Rp 30.535.000,00	Rp 282.854.499,60

SUMBER: Hasil pengolahan data

*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.

KESIMPULAN

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

1. Waktu dan biaya optimum akibat penambahan jam kerja (lembur) didapat pada umur proyek 242 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 10.481.732.644,58 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 24 hari (9,02%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 43.019.556,39 (0,41%).
2. Waktu dan biaya optimum akibat penambahan tenaga kerja didapat pada umur proyek 243 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp. 10.482.934.084,43 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 23 hari (8,65%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 41.818.116,54 (0,40%).
3. Pilihan terbaik adalah dengan penambahan jam kerja (lembur), karena menghasilkan efisiensi waktu dan biaya yang paling tinggi dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 24 hari (9,02%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp. 43.019.556,39 (0,41%).
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.

DAFTAR PUSTAKA

- 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, 1997, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit: Erlangga, Jakarta.

---

PENULIS:

Mandiyo Priyo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183.

✉Email: mandiyop@yahoo.com

Muhamad Raa'uf Aulia

Alumni Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul 55183, Yogyakarta.