

ANALISIS BIAYA DAN WAKTU PROYEK KONSTRUKSI DENGAN PENAMBAHAN JAM KERJA (LEMBUR) DIBANDINGKAN DENGAN PENAMBAHAN TENAGA KERJA MENGGUNAKAN METODE *TIME COST TRADE OFF*¹

(Studi kasus : Proyek Pembangunan Hotel Neo Yogyakarta)

Ahmad Zuhdi Syakuri², Mandiyo Priyo³, Yoga Apriyanto Harsoyo⁴

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) dan penambahan tenaga kerja, serta membandingkan hasil antara biaya denda dengan perubahan biaya sesudah penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari kontraktor pelaksana. Analisis data menggunakan program Microsoft Project 2010 dan metode *time cost trade off*. Hasil dari program Microsoft Project 2010 adalah lintasan kritis dan kenaikan biaya akibat dari penambahan jam kerja (lembur) sedangkan hasil dari metode *time cost trade off* adalah percepatan durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat.

Waktu dan biaya optimum akibat penambahan lembur 1 jam didapat pada umur proyek 152 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,377,411,626. Untuk penambahan lembur 2 jam didapat pada umur proyek 143 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,354.100.626, dan untuk penambahan lembur 3 jam didapat pada umur proyek 139 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,398.080.080. Dari ketiga penambahan jam lembur didapatkan biaya termurah yaitu terdapat pada penambahan lembur 2 jam dengan durasi 143 hari dan total biaya proyek Rp12,377,411,626. Waktu dan biaya total akibat penambahan tenaga kerja 1 didapat pada umur proyek 152 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,289,679,361. Untuk penambahan tenaga kerja 2 didapat pada umur proyek 143 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,240,977,738, dan untuk penambahan tenaga kerja 3 didapat pada umur proyek 139 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,219,395,573. Dari ketiga penambahan tenaga kerja didapatkan biaya termurah yaitu terdapat pada penambahan lembur 3 jam dengan durasi 139 hari

dan total biaya proyek Rp12,219,395,573. Perbandingan penambahan jam lembur (lembur 2 jam, dengan durasi 143 hari dan biaya total Rp12,377,411,626) dengan penambahan tenaga kerja (tenaga kerja 3, dengan durasi 139 hari dan nilai total 12,219,395,573) didapat nilai termurah dan durasi tercepat terdapat pada penambahan tenaga kerja 3 dengan durasi 139 hari dan biaya total Rp12,219,395,573. 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 : *sabo, morfologi , kecepatan aliran, pola aliran.Nays2DH.*

¹Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

²Mahasiswa jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
NIM: 20120110277, e-mail : ahmadzuhdisyakuri4@gmail.com

³Dosen Pembimbing I

⁴Dosen Pembimbing II

A. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Perkembangan proyek konstruksi saat ini menjadikan suatu proyek semakin kompleks dan rumit, karena dalam proyek yang besar dan kompleks membutuhkan sumber daya yang digunakan untuk penyelesaian dari awal hingga akhir suatu proyek. Pelaksanaan proyek konstruksi merupakan rangkaian dari kegiatan yang saling bergantung antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lainnya. Semakin besar suatu proyek, menyebabkan semakin banyak juga masalah yang ada dan harus dihadapi.

Pada perencanaan proyek konstruksi, waktu dan biaya yang dioptimalkan sangat penting untuk diketahui. Dari waktu dan biaya yang optimal maka kontraktor 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 mengenai analisa percepatan waktu proyek pada pelaksanaan Proyek Hotel Neo Yogyakarta dengan metode penambahan jam kerja (lembur) yang bervariasi dari 1 jam lembur sampai 3 jam lembur dan menentukan perubahan biaya proyek setelah dilakukan lembur, dan penambahan tenaga kerja, serta membandingkan antara biaya denda dengan perubahan biaya sebelum dan sesudah penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja menggunakan program Microsoft Project 2010

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dapat dirumuskan masalah, yaitu:

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

3. Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukan penelitian ini adalah :

- 1) Menganalisis perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan variasi penambahan jam kerja (lembur).
- 2) Menganalisis perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan variasi penambahan tenaga kerja.
- 3) Menganalisis biaya akibat penambahan jam kerja (lembur), biaya akibat penambahan tenaga kerja dan biaya akibat denda.

4. Manfaat Penelitian

Manfaat yang didapat dari penelitian ini adalah :

- 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.
- 3) Memperdalam pengetahuan tentang ilmu manajemen, khususnya dalam hal pertukaran waktu dan biaya (Time Cost Trade Off)
- 4) Memberikan gambaran dan tambahan pengetahuan tentang penggunaan ataupun pengoperasian Microsoft Project dalam manajemen proyek.

5. Batasan Masalah

- 1) Pengambilan data berasal dari Proyek Pembangunan Hotel Neo Yogyakarta.
- 2) Penggunaan Microsoft Project 2010 untuk menganalisis penjadwalan dan lintasan kritis proyek.
- 3) Hari kerja yang berlangsung dalam pelaksanaan proyek adalah Senin-Sabtu, dengan jam kerja berkisar 09.00-16.00 WIB dengan waktu istirahat pada 12.00-13.00 WIB dan maksimum jam lembur yang diperkenankan selama 3 jam dari jam 16.00-19.00.
- 4) Perhitungan waktu dan biaya dengan metode crash duration menggunakan alternative penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja.
- 5) Anggaran biaya dan jadwal pekerjaan diambil sesuai dengan data yang ada pada Rencana Anggaran Biaya dan Time Schedule.
- 6) Perhitungan hanya dilakukan untuk membandingkan biaya penambahan jam lembur, penambahan tenaga kerja, dan biaya denda.
- 7) Pada penambahan pekerja tidak mempertimbangkan luas area pekerjaan.

B. 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 dioptimalkan untuk melaksanakan

percepatan suatu aktivitas, yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan lembur, penggunaan alat berat, dan perubahan metode konstruksi di lapangan.

C. LANDASAN TEORI

1) 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.

2) 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 :

- 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.

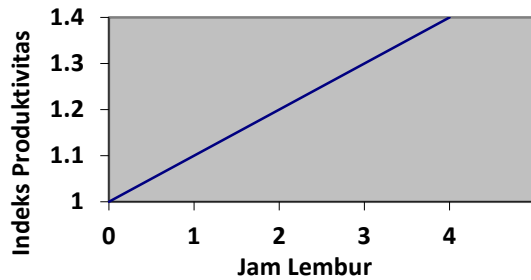
3) Produktivitas Pekerja

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.

4) 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

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}}$$
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*

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

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

5) 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

$$= \text{Produktivitas perjam} \times \text{Harga satuan upah pekerja}$$

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

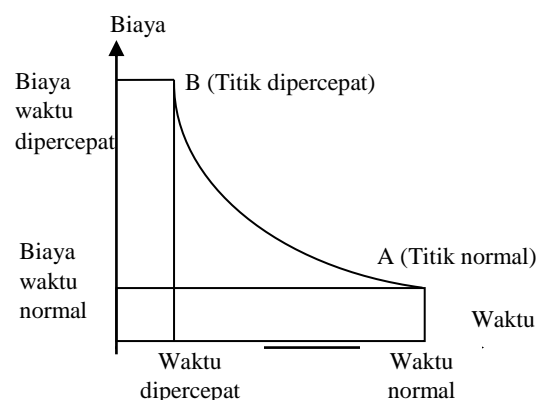
$$= (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Normal cost pekerja}) + (n \times \text{Biaya lembur perjam})$$

5. *Cost slope*

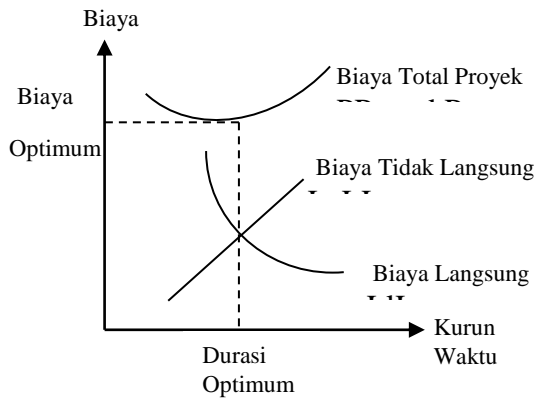
$$= \frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}$$

6) 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).

7) 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

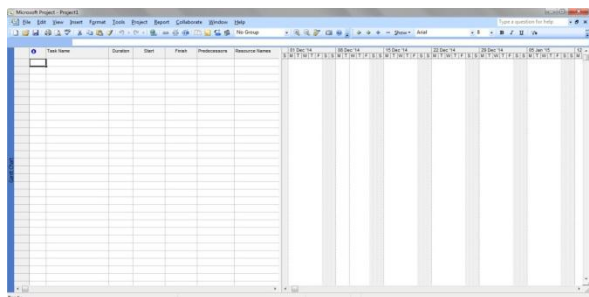
Dengan:

Denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1 permil dari nilai kontrak.

8) 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.

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*.

D. METODE PENELITIAN

1) Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Hotel Neo Yogyakarta

2) 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.

3) 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)

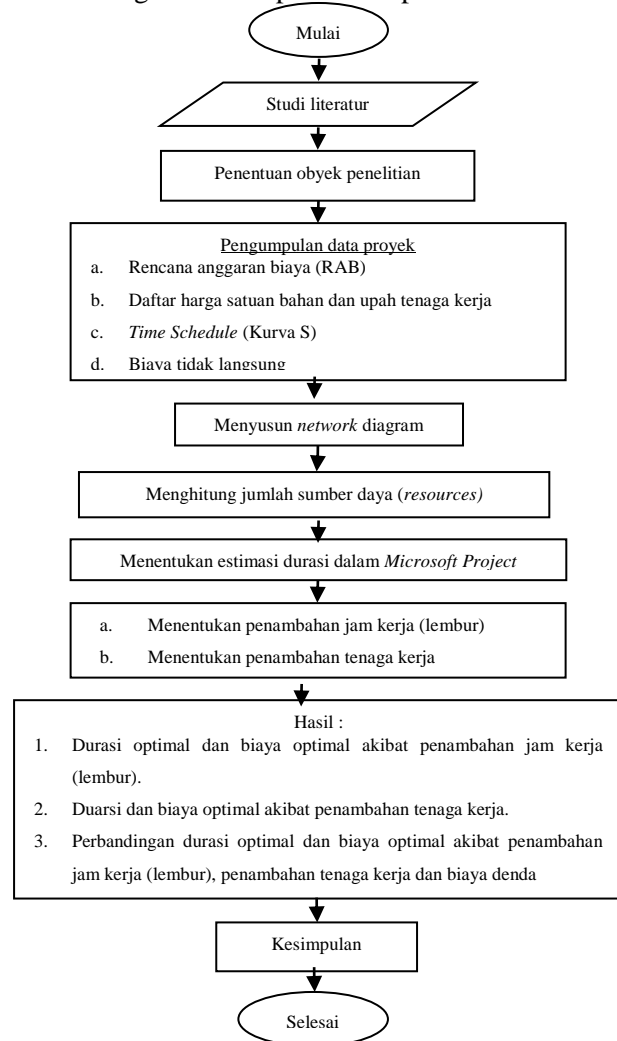
2. Analisa harga satuan bahan proyek
3. *Time schedule*
4. Biaya tidak langsung

4) Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project 2007*, *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 2010* 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

E. HASIL DAN PEMBAHASAN

1) Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari Proyek Pembangunan Hotel Neo Yogyakarta ini adalah sebagai berikut:

- 1) Pemilik Proyek : A
- 2) Konsultan Supervisi : PT. B
- 3) Kontraktor : PT. C
- 4) Anggaran : Rp12.467.213.766
- 5) Waktu pelaksanaan : 185 Hari kerja
- 6) Tanggal pekerjaan dimulai : 01 April 2014
- 7) Tanggal pekerjaan selesai : 15 November 2014

Tabel 2 Daftar Kegiatan – Kegiatan Kritis

Kode	Jenis Pekerjaan	Durasi Normal
A	Pembesian Dinding Penahan Tanah	6
J	Bekisting Balok Tie Beam	10
K	Pembesian Balok Tie Beam	6
L	Beton Balok Tie Beam	6
M	Pembesian Kolom Lantai BS	6
N	Bekisting Kolom Lantai BS	6
S	Bekisting Plat Lantai Lobby	10
T	Pembesian Plat Lantai Lobby	6
V	Pembesian Kolom Lantai Lobby	7
W	Bekisting Kolom Lantai Lobby	6
AB	Bekisting Plat Lantai 02	10
AC	Pembesian Plat Lantai 02	6
AE	Pembesian Kolom Lantai 02	7
AF	Bekisting Kolom Lantai 02	6
AK	Bekisting Plat Lantai 03	10
AL	Pembesian Plat Lantai 03	6
AN	Pembesian Kolom Lantai 03	7
AO	Bekisting Kolom Lantai 03	6
AT	Bekisting Plat Lantai 05	10
AU	Pembesian Plat Lantai 05	6
AW	Pembesian Kolom Lantai 05	7
AX	Bekisting Kolom Lantai 05	6
BC	Bekisting Plat Lantai 06	10
BD	Pembesian Plat Lantai 06	6
BF	Pembesian Kolom Lantai 06	7
BG	Bekisting Kolom Lantai 06	6
BL	Bekisting Plat Lantai 07	10
BM	Pembesian Plat Lantai 07	6
BO	Pembesian Kolom Lantai 07	7
BP	Bekisting Kolom Lantai 07	6
BU	Bekisting Plat Lantai 08	10
BV	Pembesian Plat Lantai 08	6
BX	Pembesian Kolom Lantai 08	7
BY	Bekisting Kolom Lantai 08	6
CD	Bekisting Plat Lantai Sky Lounge	10
CE	Pembesian Plat Lantai Sky Lounge	6
CG	Pembesian Kolom Lantai Sky lounge	7
CH	Bekisting Kolom Lantai Sky Lounge	6
CM	Bekisting Plat Lantai Atap Sky Lounge	10
CN	Pembesian Plat Lantai Atap Sky Lounge	6
CO	Beton Plat Lantai Atap Sky Lounge	4
CR	Beton Tangga	12

Data diatas merupakan kegiatan – kegiatan yang akan dilakukan percepatan. Beberapa alasan pemilihan item kegiatan yang ada dalam kegiatan kritis tersebut adalah :

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

2) Penerapan Metode Time Cost Trade Off

Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 6 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (09.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00-19.00). 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 Dinding Penahan Tanah

Durasi yang bisa *dicrash* berdasarkan penambahan 2 jam lembur :

$$\text{Volume} = 15.460,69 \text{ kg}$$

$$\text{Durasi normal} = 6 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi normal (jam)} = 6 \times 6 = 36 \text{ jam}$$

$$\text{Produktivitas jam normal} = \frac{\text{Volume}}{\text{durasi normal}} = \frac{15.460,69}{36} = 429,464 \text{ kg/jam}$$

$$\text{Maksimal crashing} = \frac{15.460,69}{(429,464 \times 6) + (2 \times 0,8 \times 429,464)} = 4,736 \text{ hari} = 4 \text{ hari}$$

Maka maksimal *crashing* = 6 hari – 4 hari = 2 hari

Hasil perhitungan pengontrolan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada Ms. Project, maka hasil dari

pengolahan Ms. Project dapat digunakan, hasil tersebut antara lain :

Tabel 3 Perhitungan hasil Ms Project (Durasi Percepatan dan Biaya Percepatan)

Jenis Pekerjaan	Durasi Normal	Durasi Percepatan	Biaya Normal	Biaya Percepatan
Pembesian Dinding Penahan Tanah	6	4	Rp150.334,839	Rp153.721,226
Bekisting Balok Tie Beam	10	7	Rp120.714,582	Rp133.882,693
Pembesian Balok Tie Beam	6	4	Rp288.378,720	Rp294.984,454
Beton Balok Tie Beam	6	4	Rp231.664,498	Rp240.751,568
Pembesian Kolom Lantai BS	6	4	Rp78.034,979	Rp79.824,029
Bekisting Kolom Lantai BS	6	4	Rp21.099,066	Rp23.663,562
Bekisting Plat Lantai Lobby	10	7	Rp152.152,719	Rp170.687,730
Pembesian Plat Lantai Lobby	6	4	Rp248.891,608	Rp254.593,119
Pembesian Kolom Lantai Lobby	7	5	Rp283.117,604	Rp289.603,851
Bekisting Kolom Lantai Lobby	6	4	Rp62.912,056	Rp70.572,854
Bekisting Plat Lantai 02	10	8	Rp147.995,465	Rp166.889,242
Pembesian Plat Lantai 02	6	4	Rp175.435,005	Rp179.816,472
Pembesian Kolom Lantai 02	7	5	Rp254.775,569	Rp261.134,492
Bekisting Kolom Lantai 02	6	4	Rp59.067,853	Rp66.603,026
Bekisting Plat Lantai 03	10	8	Rp123.724,399	Rp140.204,155
Pembesian Plat Lantai 03	6	4	Rp141.755,187	Rp145.582,788
Pembesian Kolom Lantai 03	7	5	Rp211.709,601	Rp217.430,334
Bekisting Kolom Lantai 03	6	4	Rp56.612,883	Rp64.152,293
Bekisting Plat Lantai 05	10	8	Rp129.214,798	Rp147.067,862
Pembesian Plat Lantai 05	6	4	Rp143.031,087	Rp147.177,653
Pembesian Kolom Lantai 05	7	5	Rp213.614,826	Rp219.812,285
Bekisting Kolom Lantai 05	6	4	Rp59.125,202	Rp67.292,895
Bekisting Plat Lantai 06	10	8	Rp134.705,202	Rp153.931,588
Pembesian Plat Lantai 06	6	4	Rp144.306,988	Rp148.772,522
Pembesian Kolom Lantai 06	7	5	Rp181.104,482	Rp186.703,323
Bekisting Kolom Lantai 06	6	4	Rp61.637,522	Rp70.433,505
Bekisting Plat Lantai 07	10	8	Rp140.195,602	Rp160.795,296
Pembesian Plat Lantai 07	6	4	Rp145.582,888	Rp150.367,388
Pembesian Kolom Lantai 07	7	5	Rp182.706,047	Rp188.704,803
Bekisting Kolom Lantai 07	6	4	Rp64.149,844	Rp73.574,107
Bekisting Plat Lantai 08	10	8	Rp145.686,002	Rp167.659,004
Pembesian Plat Lantai 08	6	4	Rp146.858,788	Rp151.962,254
Pembesian Kolom Lantai 08	7	5	Rp115.248,302	Rp119.260,508
Bekisting Kolom Lantai 08	6	4	Rp43.212,577	Rp49.722,956
Bekisting Plat Lantai Sky Lounge	10	8	Rp151.176,402	Rp174.522,727
Pembesian Plat Lantai Sky Lounge	6	4	Rp111.778,164	Rp115.868,294
Pembesian Kolom Lantai Sky Lounge	7	5	Rp56.199,946	Rp58.260,385
Bekisting Kolom Lantai Sky Lounge	6	4	Rp27.669,632	Rp31.936,183
Bekisting Plat Lantai Atap Sky Lounge	10	9	Rp89.150,018	Rp117.250,332
Pembesian Plat Lantai Atap Sky Lounge	6	4	Rp78.274,554	Rp81.283,067
Beton Plat Lantai Atap Sky Lounge	4	3	Rp52.251,860	Rp55.527,935
Beton Tanzaa	12	9	Rp49.445,902	Rp52.420,758

Contoh perhitungan upah lembur 2 jam untuk *resource name* Mandor sebagai berikut :

Upah Mandor per hari (Standart Cost) : Rp85.000.00

Jam Kerja per hari : 6 jam/hari

$$\text{Biaya per jam} = ((\text{Rp}.85.000)/(\text{6 Jam/hari})) = \text{Rp}14.166.67$$

$$\text{Lembur 2 jam} = (\text{Rp}14.166.67 \times 1,5) + (2 \times 14.166.67) = \text{Rp}49,583.33$$

$$\text{Lembur per jam untuk 2 jam} = ((\text{Rp}49,583.33/(\text{2 jam})) = \text{Rp}24.791,66$$

Tabel 4 Upah Pekerja

NO	JENIS PEKERJA	UPAH KERJA PER HARI	UPAH KERJA PER JAM	UPAH KERJA 2 JAM
1	Pekerja	Rp 50,000.00	Rp 8,333.33	Rp29,166.67
2	Tukang Batu	Rp 65,000.00	Rp 10,833.33	Rp37,916.67
3	Kepala Tukang	Rp 75,000.00	Rp 12,500.00	Rp43,750.00
4	Mandor	Rp 85,000.00	Rp 14,166.67	Rp49,583.33

Contoh perhitungan Slope pada Pekerjaan Pembesian dinding penahan tanah:

Nilai slope = (biaya percepatan-biaya normal)/(durasi normal-durasi percepatan)

$$= (153.721.226-150.334.839)/(6-4) = 1.693.194$$

Tabel 5 Nilai Slope Pada Setiap Pekerjaan Kritis

Kode	Normal		Crashing	Percepatan		Slope
	Durasi (Hari)	Biaya		Durasi (Hari)	Biaya	
A	6	Rp 150,334,839	2	4	Rp 153,721,226	1,693,194
J	10	Rp 120,714,582	3	7	Rp 133,882,693	4,389,370
K	6	Rp 288,378,720	2	4	Rp 294,984,454	3,302,867
L	6	Rp 231,664,498	2	4	Rp 240,751,568	4,543,535
M	6	Rp 78,034,979	2	4	Rp 79,824,029	894,525
N	6	Rp 21,099,066	2	4	Rp 23,663,562	1,282,248
S	10	Rp 152,152,715	3	7	Rp 170,687,730	6,178,338
T	6	Rp 248,891,608	2	4	Rp 254,593,119	2,850,756
V	7	Rp 283,117,604	2	5	Rp 289,605,851	3,244,124
W	6	Rp 62,912,056	2	4	Rp 70,372,854	3,830,399
AB	10	Rp 147,995,465	2	8	Rp 166,889,242	9,446,889
AC	6	Rp 175,435,005	2	4	Rp 179,816,472	2,190,734
AE	7	Rp 254,775,569	2	5	Rp 261,134,492	3,179,462
AF	6	Rp 59,067,853	2	4	Rp 66,605,026	3,768,587
AK	10	Rp 123,724,399	2	8	Rp 140,204,155	8,239,878
AL	6	Rp 141,755,187	2	4	Rp 145,582,788	1,913,801
AN	7	Rp 211,709,601	2	5	Rp 217,430,334	2,860,367
AO	6	Rp 56,612,883	2	4	Rp 64,152,293	3,769,705
AT	10	Rp 129,214,798	2	8	Rp 147,067,862	8,926,532
AU	6	Rp 143,031,087	2	4	Rp 147,177,653	2,073,283
AW	7	Rp 213,614,826	2	5	Rp 219,812,285	3,098,730
AX	6	Rp 59,125,202	2	4	Rp 67,292,895	4,083,847
BC	10	Rp 134,705,202	2	8	Rp 153,931,588	9,613,193
BD	6	Rp 144,306,988	2	4	Rp 148,772,522	2,232,767
BF	7	Rp 181,104,482	2	5	Rp 186,703,323	2,799,421
BG	6	Rp 61,637,524	2	4	Rp 70,433,505	4,397,991
BL	10	Rp 140,195,602	2	8	Rp 160,795,296	10,299,847
BM	6	Rp 145,582,888	2	4	Rp 150,367,388	2,392,250
BO	7	Rp 182,706,047	2	5	Rp 188,704,803	2,999,378
BP	6	Rp 64,149,844	2	4	Rp 73,574,107	4,712,132
BU	10	Rp 145,686,002	2	8	Rp 167,659,004	10,986,501
BV	6	Rp 146,858,788	2	4	Rp 151,962,254	2,551,733
BX	7	Rp 115,248,302	2	5	Rp 119,260,508	2,006,103
BY	6	Rp 43,212,577	2	4	Rp 49,722,956	3,255,190
CD	10	Rp 151,176,402	2	8	Rp 174,522,727	11,673,163
CE	6	Rp 111,778,164	2	4	Rp 115,868,294	2,045,065
CG	7	Rp 56,199,946	2	5	Rp 58,260,385	1,030,220
CH	6	Rp 27,669,632	2	4	Rp 31,936,183	2,133,276
CM	10	Rp 89,150,018	1	9	Rp 117,250,332	28,100,314
CN	6	Rp 78,274,554	2	4	Rp 81,283,067	1,504,257
CO	4	Rp 52,251,860	1	3	Rp 55,527,935	3,276,075
CR	12	Rp 49,445,902	3	9	Rp 52,420,758	991,619

Tabel 6 Pekerjaan Diurutkan Berdasarkan Slope

KODE	Normal		Crashing	Percepatan		Slope
	Durasi (Hari)	Biaya		Durasi (Hari)	Biaya	
M	6	Rp 78,034,979	2	4	Rp 79,824,029	894,525
CR	12	Rp 49,445,902	3	9	Rp 52,420,758	991,619
CG	7	Rp 56,199,946	2	5	Rp 58,260,385	1,030,220
N	6	Rp 21,099,066	2	4	Rp 23,663,562	1,282,248
CN	6	Rp 78,274,554	2	4	Rp 81,283,067	1,504,257
A	6	Rp 150,334,839	2	4	Rp 153,721,226	1,693,194
AL	6	Rp 141,755,187	2	4	Rp 145,582,788	1,913,801
BX	7	Rp 115,248,302	2	5	Rp 119,260,508	2,006,103
CE	6	Rp 111,778,164	2	4	Rp 115,868,294	2,045,065
AU	6	Rp 143,031,087	2	4	Rp 147,177,653	2,073,283
CH	6	Rp 27,669,632	2	4	Rp 31,936,183	2,133,276
AC	6	Rp 175,435,005	2	4	Rp 179,816,472	2,190,734
BD	6	Rp 144,306,988	2	4	Rp 148,772,522	2,232,767
BM	6	Rp 145,582,888	2	4	Rp 150,367,388	2,392,250
BV	6	Rp 146,858,788	2	4	Rp 151,962,254	2,551,733
BF	7	Rp 181,104,482	2	5	Rp 186,703,323	2,799,421
T	6	Rp 248,891,608	2	4	Rp 254,593,119	2,850,756
AN	7	Rp 211,709,601	2	5	Rp 217,430,334	2,860,367
BO	7	Rp 182,706,047	2	5	Rp 188,704,803	2,999,378
AW	7	Rp 213,614,826	2	5	Rp 219,812,285	3,098,730
AE	7	Rp 254,775,569	2	5	Rp 261,134,492	3,179,462
V	7	Rp 283,117,604	2	5	Rp 289,605,851	3,244,124
BY	6	Rp 43,212,577	2	4	Rp 49,722,956	3,255,190
CO	4	Rp 52,251,860	1	3	Rp 55,527,935	3,276,075
K	6	Rp 288,378,720	2	4	Rp 294,984,454	3,302,867
AF	6	Rp 59,067,853	2	4	Rp 66,605,026	3,768,587
AO	6	Rp 56,612,883	2	4	Rp 64,152,293	3,769,705
W	6	Rp 62,912,056	2	4	Rp 70,372,854	3,830,399
AX	6	Rp 59,125,202	2	4	Rp 67,292,895	4,083,847
J	10	Rp 120,714,582	3	7	Rp 133,882,693	4,389,370
BG	6	Rp 61,637,524	2	4	Rp 70,433,505	4,397,991
L	6	Rp 231,664,498	2	4	Rp 240,751,568	4,543,535
BP	6	Rp 64,149,844	2	4	Rp 73,574,107	4,712,132
S	10	Rp 152,152,715	3	7	Rp 170,687,730	6,178,338
AK	10	Rp 123,724,399	2	8	Rp 140,204,155	8,239,878
AT	10	Rp 129,214,798	2	8	Rp 147,067,862	8,926,532
AB	10	Rp 147,995,465	2	8	Rp 166,889,242	9,446,889
BC	10	Rp 134,705,202	2	8	Rp 153,931,588	9,613,193
BL	10	Rp 140,195,602	2	8	Rp 160,795,296	10,299,847
BU	10	Rp 145,686,002	2	8	Rp 167,659,004	10,986,501
CD	10	Rp 151,176,402	2	8	Rp 174,522,727	11,673,163
CM	10	Rp 89,150,018	1	9	Rp 117,250,332	28,100,314

Selanjutnya untuk perhitungan pengaruh terhadap biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total yang diakibatkan penambahan jam lembur dapat dilihat pada salah satu contoh perhitungan dibawah ini.



Gambar 6 Model hubungan biaya tidak langsung pada kontraktor.

Berdasarkan grafik diatas pada proyek pembangunan Hotel dengan nilai total proyek sebesar Rp12.467.213.766 didapatkan presentase untuk biaya tidak langsung sebesar 8.0 % dari nilai total proyek tersebut.

$$\text{Biaya Tidak Langsung} = 8.0\% \times \text{Rp}12.467.213.766 = \text{Rp}997.377.101$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung / hari} &= (\text{Biaya Tidak Langsung})/(\text{Durasi Normal Proyek}) \\ &= (\text{Rp } 997.377.101)/(185 \text{ hari}) \\ &= \text{Rp}5.391.227,573 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Langsung} &= \text{Biaya Total Rencana} - \\ &\quad \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp}12.467.213.766 - \text{Rp}997.377.101 \\ &= \text{Rp}11.469.836.670 \end{aligned}$$

Contoh Perhitungan Pekerjaan pada durasi 143 hari:

$$\begin{aligned} \text{Biaya langsung} &= \text{Biaya Langsung} + \text{Selisih Biaya} \\ &= \text{Rp. } 11,469,836,665 + \\ &\quad \text{Rp. } 1,036,483,00 \\ &= \text{Rp. } 11,470,873,148 \end{aligned}$$

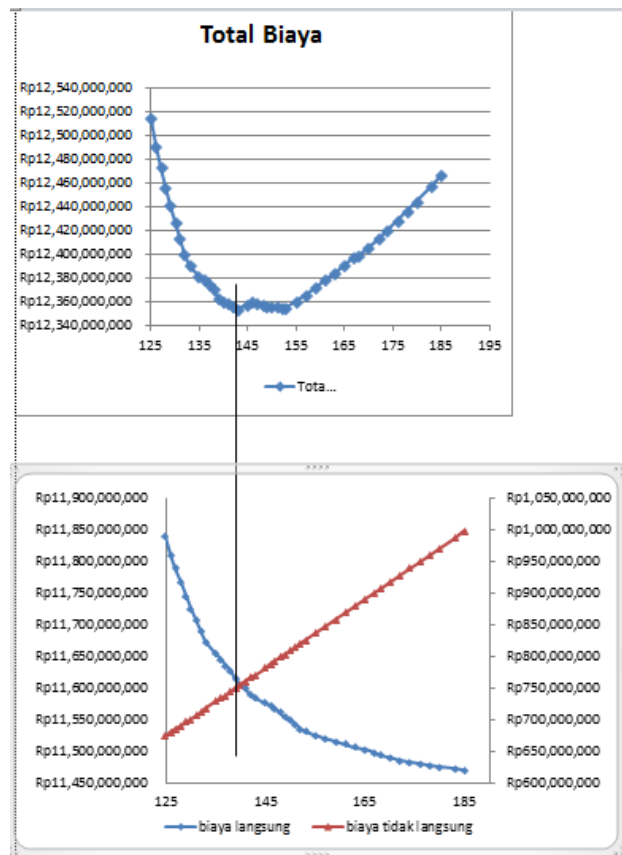
$$\begin{aligned} \text{Biaya tidak langsung} &= (\text{Rp}997.377.101.28 : 185) \\ &\quad \times 143 \\ &= \text{Rp } 986,594,646.13 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Total} &= \text{Rp. } 11,470,873,148 + \\ &\quad \text{Rp } 986,594,646.13 \\ &= \text{Rp. } 12,467,213,766 \end{aligned}$$

Tabel 7 Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung Dan Biaya Total

Durasi (Hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
185	Rp 11,469,836,665	Rp 997,377,101	Rp 12,467,213,766
183	Rp 11,471,625,715	Rp 986,594,646	Rp 12,458,220,361
180	Rp 11,474,600,571	Rp 970,420,963	Rp 12,445,021,534
178	Rp 11,476,661,010	Rp 959,638,508	Rp 12,436,299,518
176	Rp 11,479,225,506	Rp 948,856,053	Rp 12,428,081,559
174	Rp 11,482,234,019	Rp 938,073,598	Rp 12,420,307,617
172	Rp 11,485,620,406	Rp 927,291,143	Rp 12,412,911,549
170	Rp 11,489,448,007	Rp 916,508,688	Rp 12,405,956,694
168	Rp 11,493,460,213	Rp 905,726,233	Rp 12,399,186,445
167	Rp 11,497,550,343	Rp 900,335,005	Rp 12,397,885,348
165	Rp 11,501,696,909	Rp 889,552,550	Rp 12,391,249,459
163	Rp 11,505,963,460	Rp 878,770,095	Rp 12,384,733,554
161	Rp 11,510,344,927	Rp 867,987,639	Rp 12,378,332,566
159	Rp 11,514,810,461	Rp 857,205,184	Rp 12,372,015,645
157	Rp 11,519,594,961	Rp 846,422,729	Rp 12,366,017,690
155	Rp 11,524,698,427	Rp 835,640,274	Rp 12,360,338,701
153	Rp 11,530,297,268	Rp 824,857,819	Rp 12,355,155,087
152	Rp 11,535,998,779	Rp 819,466,591	Rp 12,355,465,370
151	Rp 11,541,719,512	Rp 814,075,364	Rp 12,355,794,875
150	Rp 11,547,718,268	Rp 808,684,136	Rp 12,356,402,404
149	Rp 11,553,915,727	Rp 803,292,909	Rp 12,357,208,635
148	Rp 11,560,274,650	Rp 797,901,681	Rp 12,358,176,331
147	Rp 11,566,762,897	Rp 792,510,453	Rp 12,359,273,350
146	Rp 11,573,273,276	Rp 787,119,226	Rp 12,360,392,502
145	Rp 11,576,549,351	Rp 781,727,998	Rp 12,358,277,349
143	Rp 11,583,155,085	Rp 770,945,543	Rp 12,354,100,628
142	Rp 11,590,692,258	Rp 765,554,316	Rp 12,356,246,573
141	Rp 11,598,231,668	Rp 760,163,088	Rp 12,358,394,756
140	Rp 11,605,892,466	Rp 754,771,860	Rp 12,360,664,326
139	Rp 11,614,060,159	Rp 749,380,633	Rp 12,363,440,792
138	Rp 11,622,228,270	Rp 743,989,405	Rp 12,371,217,675
137	Rp 11,636,024,251	Rp 738,598,178	Rp 12,374,622,428
136	Rp 11,645,111,321	Rp 733,206,950	Rp 12,378,318,271
135	Rp 11,654,535,584	Rp 727,815,723	Rp 12,382,351,306
133	Rp 11,673,070,599	Rp 717,033,267	Rp 12,390,103,866
132	Rp 11,689,550,355	Rp 711,642,040	Rp 12,401,192,395
131	Rp 11,707,403,419	Rp 706,250,812	Rp 12,413,654,231
130	Rp 11,726,297,196	Rp 700,859,585	Rp 12,427,156,780
129	Rp 11,745,523,582	Rp 695,468,357	Rp 12,440,991,939
128	Rp 11,766,123,276	Rp 690,077,130	Rp 12,456,200,405
127	Rp 11,788,096,278	Rp 684,685,902	Rp 12,472,782,180
126	Rp 11,811,442,603	Rp 679,294,674	Rp 12,490,737,277
125	Rp 11,839,542,917	Rp 673,903,447	Rp 12,513,446,364

Dari tabel diatas dapat diketahui nilai optimal pada penambahan 2 jam lembur terdapat di durasi 143 hari dengan total biaya Rp12.354.100.626. Dan dari keseluruhan penambahan jam lembur didapat biaya optimum termurah yaitu di 2 jam lembur dengan durasi 143 hari dengan total biaya Rp12.354.100.626.



Gambar 7 Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan grafik biaya tidak langsung akibat 2 jam lembur

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 Bekisting Plat Lantai Sky Lounge (kode DC) dibawah ini :

Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi normal :

Volume = 919.3 m2
 Durasi normal = 10 hari

Kapasitas tenaga kerja per 1m3 adalah

Pekerja = 0,660 Oh @ Rp. 85.000,00
 Tukang = 0,330 Oh @ Rp. 110.500,00
 Kepala Tukang = 0,033 Oh @ Rp. 127.500,00
 Mandor = 0,033 Oh @ Rp. 144.500,00

Dengan :
 Oh = Orang hari

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

Jumlah tenaga kerja = ((Koefisien tenaga kerja × volume)) / (Durasi Normal)

Jumlah Pekerja = ((0,660 × 919.3)) / 10 = 60,67 orang

Upah Pekerja = 60,67 × Rp. 85.000,00 = Rp. 5.156.950,00

Jumlah Tukang = ((0,330 × 919.3)) / 10 = 30,34 orang

Upah Tukang = $30,34 \times \text{Rp. } 110.500,00$
= Rp. 3.352.570,00

Jumlah Kepala Tukang = $((0,033 \times 919,3))/10$
= 3,03 orang

Upah Kepala Tukang = $3,03 \times \text{Rp. } 127.500,00$
= Rp. 386.325,00

Jumlah Mandor = $((0,033 \times 919,3))/10$
= 3,03 orang

Upah Mandor = $3,03 \times \text{Rp. } 144.500,00$
= Rp. 437.835,00

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (10 hari) adalah :
(Rp. 5.156.950,00+ 3.352.570,00+ Rp. 386.325,00+ Rp. 437.835,00) \times 10 hari = Rp. 93.336.800,00

Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi percepatan :

Volume = 919.3 m²
Durasi normal = 10 hari
Durasi Crashing = 3 hari
Durasi Percepatan = 7 hari

Kapasitas tenaga kerja per 1m³ adalah
Pekerja = 0,660 Oh @ Rp. 85.000,00
Tukang = 0,330 Oh @ Rp. 110.500,00
Kepala Tukang = 0,033 Oh @ Rp. 127.500,00
Mandor = 0,033 Oh @ Rp. 144.500,00
Dengan :
Oh = Orang hari

Perhitungan jumlah tenaga kerja :
Jumlah tenaga kerja = $((\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})/(\text{Durasi Normal}))$
Jumlah Pekerja = $((0,660 \times 919,3))/7$
= 86,68 orang

Upah Pekerja = $86,68 \times \text{Rp. } 85.000,00$
= Rp. 7.367.800

Jumlah Tukang = $((0,330 \times 919,3))/7$
= 43,34 orang

Upah Tukang = $43,34 \times \text{Rp. } 110.500,00$
= Rp. 4.789.070

Jumlah Kepala Tukang = $((0,033 \times 919,3))/7$
= 4,34 orang

Upah Kepala Tukang = $4,34 \times \text{Rp. } 127.500,00$
= Rp. 553.350

Jumlah Mandor = $((0,033 \times 919,3))/7$
= 4,34 orang

Upah Mandor = $4,34 \times \text{Rp. } 144.500,00$
= Rp. 627.130

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (7 hari) adalah :
(Rp. 7.367.800 + Rp. 4.789.070 + Rp. 553.350 + Rp. 627.130) \times 7 hari = Rp. 93.361.450

Selisih Biaya = Biaya Percepatan – Biaya Normal
= Rp. 93.361.450 –
Rp. 93.336.800
= Rp. 24.650

Tabel 8 hasil perhitungan biaya normal, crashing, dan selisih

kode pekerjaan	Normal		crashing	Crashing		Selisih
	Durasi	Biaya (Rp)		Durasi	Biaya (Rp)	
CR	12	11884020	4	8	11894560	10540
M	6	7151700	2	4	7161400	9700
CG	7	8226470	2	5	8247550	21080
N	6	10277400	2	4	10274200	-3200
CN	6	12031200	2	4	12043440	12240
A	6	13782900	2	4	13787600	4700
AL	6	15310800	1	5	15318720	7920
BX	7	16014320	2	5	16031600	17280
CE	6	16367940	2	4	16367940	0
AU	6	16586700	1	5	16595280	8580
CH	6	17085510	2	4	17085680	170
AC	6	17527290	1	5	17530040	2750
BD	6	17862600	1	5	17871840	9240
BM	6	19138500	1	5	19148400	9900
BV	6	20414400	2	4	20424960	10560
BF	7	22421910	2	5	22425550	3640
T	6	22814100	1	5	22817800	3700
AN	7	22862700	2	5	22873800	11100
BO	7	24023475	2	5	24027375	3900
AW	7	24767925	2	5	24779950	12025
AE	7	25457740	2	5	25458950	1210
V	7	25949000	2	5	25957250	8250
BY	6	26059200	2	4	26060800	1600
CO	4	13115880	2	2	13124970	9090
K	6	26433900	2	4	26436200	2300
AO	6	30147840	2	4	30160560	12720
AF	6	30176520	2	4	30174100	-2420
W	6	30638100	2	4	30644800	6700
AX	6	25123200	2	4	25133800	10600
J	10	58792000	2	8	58788800	-3200
BG	6	35172480	2	4	35187320	14840
L	6	36359400	2	4	36363800	4400
BP	6	37684800	2	4	37700700	15900
AK	10	65884800	1	9	65902200	17400
AT	10	71375200	1	9	71394050	18850
S	10	74095000	1	9	74107950	12950
AB	10	68730500	1	9	68736850	6350
BC	10	76865600	1	9	76885900	20300
BL	10	82356000	1	9	82377750	21750
BU	10	87846400	2	8	87869600	23200
CD	10	93336800	3	7	93361450	24650
CM	10	56244600	2	8	56247660	3060

Berdasarkan perhitungan Tabel 7 diperoleh selisih biaya dari masing – masing kegiatan yang telah dianalisis dengan penambahan tenaga kerja sesuai kebutuhan percepatan yang dilakukan. Untuk perhitungan dari pengaruh biaya langsung dan biaya tidak langsung dilakukan dengan cara :

Biaya langsung = Rp. 11,469,836,665 + Rp. 10.540
= Rp. 11,469,847,205

Biaya tidak langsung =
= (Rp.997,377,101.28*185)/181
= Rp.975,812,191

Biaya total = Biaya langsung +
Biaya tidak langsung
= Rp. 11.469.860.295 +
Rp. 11,469,847,205
= Rp. 12,445,659,396

Tabel 9 hasil perhitungan biaya langsung, tidak langsung, dan total biaya

Durasi (Hari)	Biaya Langsung	Biaya Tidak Langsung	Total Biaya
185	Rp 11,469,836,665	Rp 997,377,101	Rp 12,467,213,766
181	Rp 11,469,847,205	Rp 975,812,191	Rp 12,445,659,396
179	Rp 11,469,856,905	Rp 965,029,736	Rp 12,434,886,641
177	Rp 11,469,877,985	Rp 954,247,281	Rp 12,424,125,265
175	Rp 11,469,874,785	Rp 943,464,826	Rp 12,413,339,610
173	Rp 11,469,887,025	Rp 932,682,370	Rp 12,402,569,395
171	Rp 11,469,891,725	Rp 921,899,915	Rp 12,391,791,640
170	Rp 11,469,899,645	Rp 916,508,688	Rp 12,386,408,332
168	Rp 11,469,916,925	Rp 905,726,233	Rp 12,375,643,157
166	Rp 11,469,916,925	Rp 894,943,777	Rp 12,364,860,702
165	Rp 11,469,925,505	Rp 889,552,550	Rp 12,359,478,055
163	Rp 11,469,925,675	Rp 878,770,095	Rp 12,348,695,769
162	Rp 11,469,928,425	Rp 873,378,867	Rp 12,343,307,292
161	Rp 11,469,937,665	Rp 867,987,639	Rp 12,337,925,304
160	Rp 11,469,947,565	Rp 862,596,412	Rp 12,332,543,977
158	Rp 11,469,958,125	Rp 851,813,957	Rp 12,321,772,081
156	Rp 11,469,961,765	Rp 841,031,502	Rp 12,310,993,266
155	Rp 11,469,965,465	Rp 835,640,274	Rp 12,305,605,739
153	Rp 11,469,976,565	Rp 824,857,819	Rp 12,294,834,384
151	Rp 11,469,980,465	Rp 814,075,364	Rp 12,284,055,828
149	Rp 11,469,992,490	Rp 803,292,909	Rp 12,273,285,398
147	Rp 11,469,998,425	Rp 792,510,453	Rp 12,262,507,252
145	Rp 11,470,001,950	Rp 781,727,998	Rp 12,251,729,948
143	Rp 11,470,003,550	Rp 770,945,543	Rp 12,240,949,093
141	Rp 11,470,012,640	Rp 760,163,088	Rp 12,230,175,728
139	Rp 11,470,014,940	Rp 749,380,633	Rp 12,219,395,573
137	Rp 11,470,027,660	Rp 738,598,178	Rp 12,208,625,837
135	Rp 11,470,033,440	Rp 727,815,723	Rp 12,197,849,962
133	Rp 11,470,031,940	Rp 717,033,267	Rp 12,187,065,207
131	Rp 11,470,042,540	Rp 706,250,812	Rp 12,176,293,352
129	Rp 11,470,039,340	Rp 695,468,357	Rp 12,165,507,697
127	Rp 11,470,054,180	Rp 684,685,902	Rp 12,154,740,082
125	Rp 11,470,058,580	Rp 673,903,447	Rp 12,143,962,027
123	Rp 11,470,074,480	Rp 663,120,992	Rp 12,133,195,471
122	Rp 11,470,091,880	Rp 657,729,764	Rp 12,127,821,644
121	Rp 11,470,110,730	Rp 652,338,537	Rp 12,122,449,266
120	Rp 11,470,123,680	Rp 646,947,309	Rp 12,117,076,989
119	Rp 11,470,130,030	Rp 641,556,081	Rp 12,111,686,111
118	Rp 11,470,150,330	Rp 636,164,854	Rp 12,106,315,184
117	Rp 11,470,172,080	Rp 630,773,626	Rp 12,100,945,706
115	Rp 11,470,195,280	Rp 619,991,171	Rp 12,090,186,451
113	Rp 11,470,219,930	Rp 609,208,716	Rp 12,079,428,646
111	Rp 11,470,222,990	Rp 598,426,261	Rp 12,068,649,250

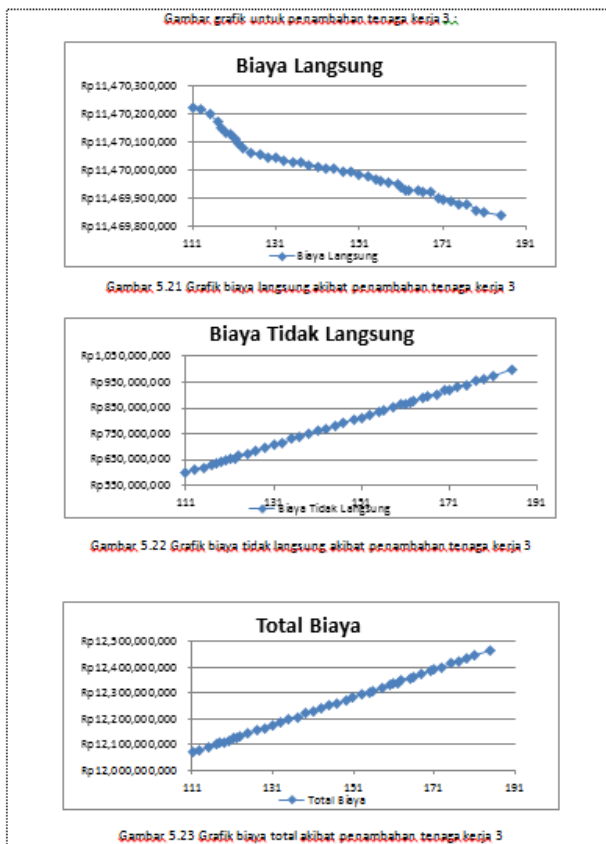
Dari table 9 diatas dapat diketahui nilai termurah dari perbandingan tenaga kerja 1, 2 dan 3 terdapat pada penambahan tenaga kerja 3 di durasi 139 hari dengan total biaya Rp12.210.395.573

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

Penambahan biaya akibat penambahan jam kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya penambahan jam lembur 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.

Tabel 10 Perbandingan Biaya Akibat Penambahan Jam Lembur, tenaga kerja dan Biaya Denda

Durasi (Hari)	Penambahan Jam Lembur	Penambahan Tenaga Kerja	Denda
185	Rp -	Rp -	Rp -
181	Rp 4,992,557	Rp 10,540	Rp 49,868,855
179	Rp 7,995,581	Rp 20,240	Rp 74,803,283
177	Rp 11,453,095	Rp 41,320	Rp 99,737,710
175	Rp 15,761,534	Rp 38,120	Rp 124,672,138
173	Rp 20,812,167	Rp 50,360	Rp 149,606,565
171	Rp 26,183,251	Rp 55,060	Rp 174,540,993
170	Rp 32,609,785	Rp 62,980	Rp 187,008,206
168	Rp 39,341,716	Rp 80,260	Rp 211,942,634
166	Rp 46,210,634	Rp 80,260	Rp 236,877,062
165	Rp 53,172,713	Rp 88,840	Rp 249,344,275
163	Rp 60,338,893	Rp 89,010	Rp 274,278,703
162	Rp 67,695,717	Rp 91,760	Rp 286,745,917
161	Rp 75,193,342	Rp 101,000	Rp 299,213,130
160	Rp 83,226,512	Rp 110,900	Rp 311,680,344
158	Rp 91,795,225	Rp 121,460	Rp 336,614,772
156	Rp 101,199,688	Rp 125,100	Rp 361,549,199
155	Rp 110,773,725	Rp 128,800	Rp 374,016,413
153	Rp 120,376,252	Rp 139,900	Rp 398,950,841
151	Rp 130,452,462	Rp 143,800	Rp 423,885,268
149	Rp 140,855,200	Rp 155,825	Rp 448,819,696
147	Rp 151,534,859	Rp 157,035	Rp 473,754,123
145	Rp 162,428,041	Rp 165,285	Rp 498,688,551
143	Rp 173,361,405	Rp 166,885	Rp 523,622,978
141	Rp 178,863,653	Rp 175,975	Rp 548,557,406
139	Rp 189,956,153	Rp 178,275	Rp 573,491,833
137	Rp 202,613,712	Rp 190,995	Rp 598,426,261
135	Rp 215,272,082	Rp 188,575	Rp 623,360,688
133	Rp 228,133,905	Rp 195,275	Rp 648,295,116
131	Rp 241,846,262	Rp 205,875	Rp 673,229,543
129	Rp 263,642,448	Rp 202,675	Rp 698,163,971
127	Rp 278,409,606	Rp 217,515	Rp 723,098,398
125	Rp 293,668,598	Rp 221,915	Rp 748,032,826
123	Rp 309,490,553	Rp 237,815	Rp 772,967,253
122	Rp 337,156,002	Rp 255,215	Rp 785,434,467
121	Rp 367,126,908	Rp 274,065	Rp 797,901,681
120	Rp 398,241,228	Rp 287,015	Rp 810,368,895
119	Rp 429,967,995	Rp 293,365	Rp 822,836,109
118	Rp 462,244,364	Rp 313,665	Rp 835,303,322
117	Rp 496,826,190	Rp 335,415	Rp 847,770,536
115	Rp 533,713,460	Rp 358,615	Rp 872,704,964
113	Rp 572,906,186	Rp 383,265	Rp 897,639,391
111	Rp 612,460,286	Rp 386,325	Rp 922,573,819



Gambar 8 Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan grafik biaya tidak langsung akibat penambahan tenaga kerja 3

F. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Hotel Neo Yogyakarta, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Waktu dan biaya optimum akibat penambahan lembur 1 jam didapat pada umur proyek 152 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,377,411,626. Untuk penambahan lembur 2 jam didapat pada umur proyek 143 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,354.100.626, dan untuk penambahan lembur 3 jam didapat pada umur proyek 139 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,398.080.080. Dari ketiga penambahan jam lembur didapatkan biaya termurah yaitu terdapat pada penambahan lembur 2 jam dengan durasi 143 hari dan total biaya proyek Rp12,354.100.626.
2. Waktu dan biaya total akibat penambahan tenaga kerja 1 didapat pada umur proyek 152 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,289,679,361. Untuk penambahan tenaga kerja 2 didapat pada umur proyek 143 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,240,977,738, dan untuk penambahan tenaga kerja 3 didapat pada umur proyek 139 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp12,219,395,573. Dari ketiga penambahan tenaga kerja didapatkan biaya termurah yaitu terdapat pada penambahan lembur 3 jam dengan durasi 139 hari dan total biaya proyek Rp12,219,395,573.
3. Perbandingan penambahan jam lembur (lembur 2 jam, dengan durasi 143 hari dan biaya total Rp12,377,411,626), dan dengan penambahan tenaga kerja (tenaga kerja 3 dengan durasi 139 hari dan nilai total 12,219,395,573) didapat nilai termurah dan durasi tercepat terdapat pada penambahan tenaga kerja 3 dengan durasi 139 hari dan biaya total Rp12,219,395,573.
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.

2. SARAN

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, penulis dapat memberikan saran-saran yang diharapkan dapat berguna pada penelitian selanjutnya sebagai berikut ini:

1. Pembuatan hubungan antar pekerjaan dalam *Microsoft Project* hendaknya dilakukan secara cermat dan teliti agar diperoleh hasil analisis yang akurat.

2. Melakukan pengecekan ulang terhadap durasi secara berkala setiap melakukan perubahan data.
3. Penambahan data berupa metode konstruksi akan lebih mempermudah dalam pembuatan *Microsoft Project*.
4. Pada penelitian ini, hendaknya mengetahui bagaimana keadaan di lapangan secara langsung agar pembuatan hubungan antar pekerjaan dalam *Microsoft Project* lebih akurat.
5. Memiliki data yang lengkap dan valid agar bisa mengetahui perbandingan yang akurat dari hasil program *Microsoft Project*.

G. DAFTAR PUSTAKA

- Frederika, Ariany. 2010. *Analisi Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi*. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- 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.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. Nomor Kep.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Soeharto, Iman, 1995, *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit: Erlangga, Jakarta.
- Buluatie, Nurhadinata. 2013. *Optimalisasi biaya dan waktu dengan metode time cost trade off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gorontalo, Gorontalo.