

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Biaya merupakan salah satu aspek penting, kalau tidak dapat dikatakan yang terpenting, dalam siklus kegiatan usaha dan industri konstruksi. Kontraktor yang tidak mempunyai pemahaman tentang komponen biaya, termasuk biaya tidak langsung akan meningkatkan risiko dan exposure mereka terhadap kegagalan yang tidak perlu (Shelton, 2002).

Waktu dan biaya adalah faktor yang 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, karena dengan adanya pengaturan waktu dan biaya pekerjaan di lapangan akan mengalami pola yang teratur dan efisien, serta menghindarkan dari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek.

Penelitian ini membahas analisa percepatan waktu proyek pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Hotel Whiz Bogor dengan metode penambahan jam kerja (lembur) serta membandingkan antara perubahan biaya sebelum dan sesudah penambahan jam kerja (lembur) menggunakan program *Microsoft Project*.

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 sesudah penambahan jam kerja (lembur) ?
2. Berapakah besarnya perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek sesudah penambahan tenaga kerja ?
3. 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 perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan variasi penambahan jam kerja.
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.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan kebijakan pelaksanaan proyek.
2. Sebagai bahan acuan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan, khususnya dalam ilmu manajemen operasional dan dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang.
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 *Microsoft Project* dalam manajemen proyek.

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 perubahan metode konstruksi di lapangan.

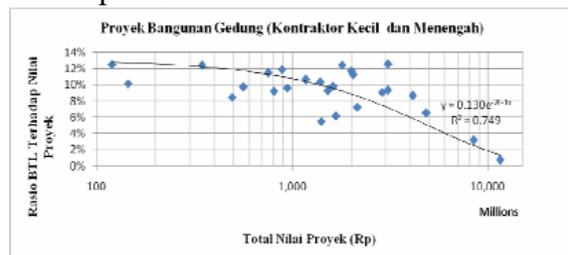
3. LANDASAN TEORI

Biaya Total Proyek

Secara umum biaya proyek konstruksi dibagi menjadi dua kelompok, yaitu biaya langsung dan biaya tidak langsung.

1. Biaya langsung adalah seluruh biaya yang terkait langsung dengan fisik proyek, yang meliputi seluruh biaya dari kegiatan yang dilakukan di proyek dan biaya mendatangkan seluruh sumber daya yang diperlukan oleh proyek tersebut.
2. Biaya tidak langsung adalah segala sesuatu yang tidak merupakan komponen hasil akhir proyek, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan yang biasanya terjadi di luar proyek dan sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*).

Hubungan biaya tidak langsung dapat dilihat pada Grafik 1



Grafik 1. Hubungan biaya tidak langsung

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*)

Time cost trade off adalah suatu proses yang disengaja, sistematis dan anakitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis. Dengan dipercepatnya durasi suatu proyek maka pasti akan terjadi perubahan biaya dan waktu. Terdapat dua nilai waktu yang akan ditunjukkan tiap aktifitas suatu jaringan kerja saat terjadi percepatan, yaitu:

1. *Normal Duration (Nd)*

Normal duration adalah waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu aktifitas kegiatan dengan sumber daya normal yang ada tanpa adanya biaya tambahan lain dalam suatu proyek.

2. *Crash Duration (Cd)*

Crash duration adalah waktu yang dibutuhkan suatu proyek dalam usaha mempersingkat waktu yang durasinya lebih pendek dari *normal duration*.

Proses percepatan juga menyebabkan perubahan pada elemen biaya, yaitu:

1. *Normal Cost (Nc)*

Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam waktu normal. Perkiraan biaya ini adalah pada saat perencanaan dan penjadwalan bersama dengan penentuan waktu normal.

2. *Crash Cost (Cc)*

Biaya yang dikeluarkan dengan penyelesaian proyek dalam jangka waktu sebesar durasi crashnya. Biaya setelah *crashing* akan menjadi lebih besar dari biaya normal.

(Ervianto, 2004 : 65) 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.

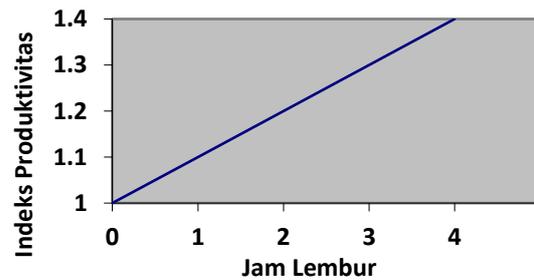
Pada dasarnya produktivitas dari tenaga kerja dapat naik, jika tenaga kerja tersebut mampu menguasai tugas/pekerjaan yang telah diterimanya. Apabila seseorang atau sekelompok orang yang terorganisir melakukan pekerjaan yang identik berulang-ulang, maka dapat terjadi penurunan produktivitas.

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 2.



Grafik 2. 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

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 × Harga satuan upah pekerja
2. Normal ongkos pekerja perjam
= Produktivitas perjam × Harga satuan upah pekerja
3. Biaya lembur pekerja
= 1,5 × upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama
+ 2 × n × upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya

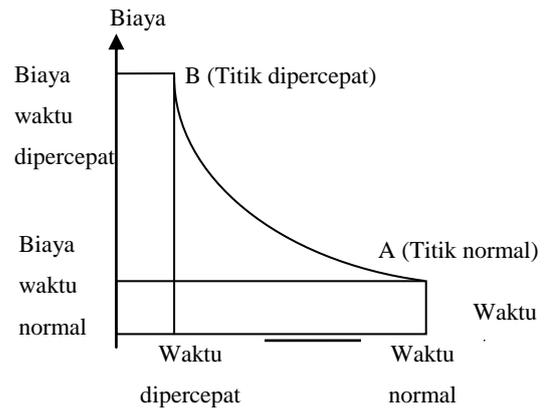
Dengan:

n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)

4. *Crash cost* pekerja perhari
= (Jam kerja perhari × Normal *cost* pekerja) + (n × 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 3. 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.

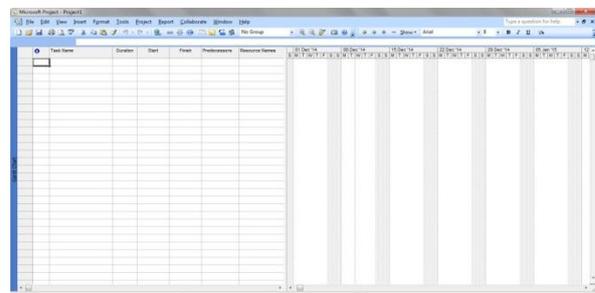


Gambar 3. Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Sumber: Soeharto, 1997).

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 1.



Gambar 1. Tampilan layar *Gantt Chart View*.

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.

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

Tahap 2 : Pengumpulan Data

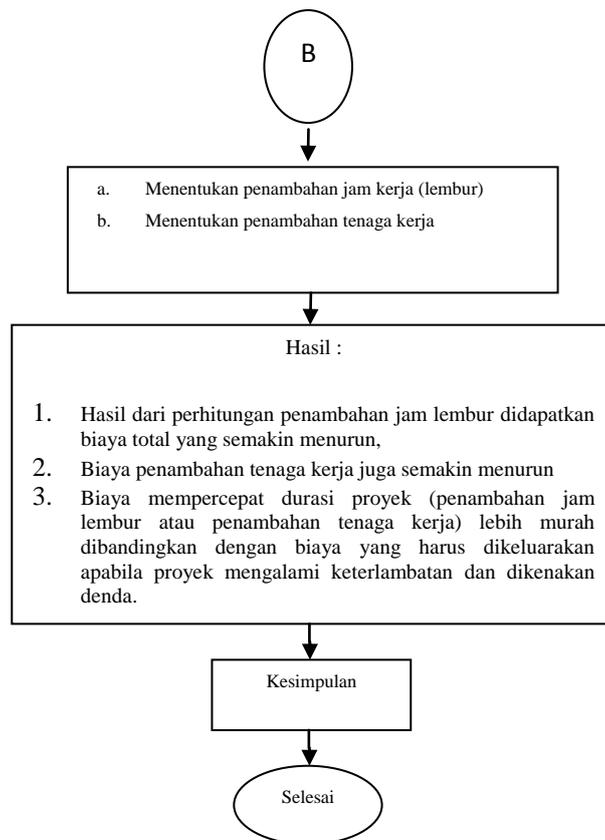
Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan.

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

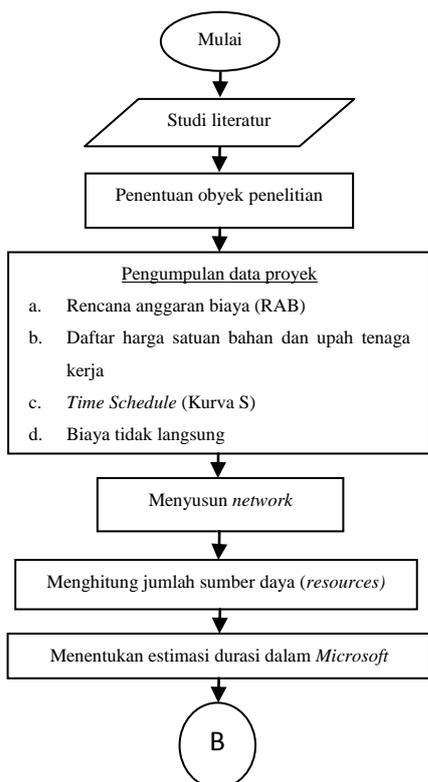
Tahap 4 : Kesimpulan

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

Tahapan penelitian secara skematis dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir 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.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari Proyek Pembangunan Hotel Whiz Bogor ini adalah sebagai berikut :

Pemilik Proyek : A
Konsultan Supervisi: PT. B
Kontraktor : PT. C
Anggaran :Rp.
3.460.394.373.58

Anggaran *Baseline*:RP.3.459.848.425
(anggaran struktur tanah-lantai 4)
Waktu pelaksanaan: 95 Hari kerja

Daftar Kegiatan-Kegiatan Kritis

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.

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 (08.00-17.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (17.00-20.00). 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. Beton pada Balok Lantai 1

Volume = 13,35m³
Durasi normal = 4 hari
Durasi normal (jam) = 4 × 8
= 32 jam

$$\text{Produktivitas jam normal} = \frac{\text{Volume}}{\text{durasi normal}}$$

$$= \frac{13,35}{32} = 0,42 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Maksimal crashing} = \frac{13,35}{(0,42 \times 8) + (3 \times 0,7 \times 0,42)} = 3,17 \text{ hari} = 3 \text{ hari}$$

$$\text{Maka maksimal crashing} = 4 \text{ hari} - 3 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

Untuk tambahan waktu lembur dilakukan 3 hari pertama selama proyek berlangsung :
Tambahan waktu lembur = 3 jam/hari × 1 hari = 3 jam

Biaya lembur perjam :

$$\text{Pekerja} = (1,5 \times \text{Rp. } 5.250) + (2 \times (2 \times \text{Rp. } 5.250)) = \text{Rp. } 28.875$$

$$\text{Tukang} = (1,5 \times \text{Rp. } 8.125) + (2 \times (2 \times \text{Rp. } 8.125)) = \text{Rp. } 44.688$$

$$\text{Kepala Tukang} = (1,5 \times \text{Rp. } 9.375) + (2 \times (2 \times \text{Rp. } 9.375)) = \text{Rp. } 51.563$$

$$\text{Mandor} = (1,5 \times \text{Rp. } 10.000) + (2 \times (2 \times \text{Rp. } 10.000)) = \text{Rp. } 55.000$$

$$\text{Upah lembur Pekerja} = (80,10 \times \text{Rp. } 28.875) = \text{Rp. } 2.312.888$$

$$\text{Tukang} = (13,35 \times \text{Rp. } 44.688) = \text{Rp. } 596.578$$

$$\text{Kepala Tukang} = (1,34 \times \text{Rp. } 51.563) = \text{Rp. } 68.836$$

$$\text{Mandor} = (4,01 \times \text{Rp. } 55.000) = \text{Rp. } 220.275$$

$$\text{Total Upah lembur} = (\text{Rp. } 2.312.888 + \text{Rp. } 596.578 + \text{Rp. } 68.836 + \text{Rp. } 220.275) = \text{Rp. } 3.198.577$$

$$\text{Biaya Normal} = \text{Rp. } 9.722.418$$

$$\text{Biaya percepatan} = (\text{Rp. } 9.722.418 + \text{Rp. } 3.198.577) = \text{Rp. } 12.920.995$$

$$\text{Slope biaya perhari} = \frac{\text{Biaya percepatan} - \text{biaya normal}}{\text{durasi normal} - \text{duarsi percepatan}} = \frac{\text{Rp. } 12.920.995 - \text{Rp. } 9.722.418}{4 - 3} = \text{Rp. } 3.198.577$$

$$\text{Slope biaya setelah crashing} = \text{Rp. } 3.198.577 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp. } 3.198.577$$

$$\text{Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur dapat dilihat pada Tabel 3.}$$

$$\text{Slope biaya setelah crashing} = \text{Rp. } 3.198.577$$

$$\text{Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur dapat dilihat pada Tabel 3.}$$

$$\text{Slope biaya setelah crashing} = \text{Rp. } 3.198.577$$

$$\text{Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur dapat dilihat pada Tabel 3.}$$

$$\text{Slope biaya setelah crashing} = \text{Rp. } 3.198.577$$

$$\text{Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur dapat dilihat pada Tabel 3.}$$

$$\text{Slope biaya setelah crashing} = \text{Rp. } 3.198.577$$

$$\text{Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur dapat dilihat pada Tabel 3.}$$

$$\text{Slope biaya setelah crashing} = \text{Rp. } 3.198.577$$

$$\text{Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur dapat dilihat pada Tabel 3.}$$

Pek. Beton pada Balok Lantai Mezzanine

$$\text{Volume} = 39,37 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 4 \text{ hari}$$

Kapasitas tenaga kerja per 1m³ adalah

$$\text{Pekerja} = 6,0000 \text{ Oh @ Rp. } 42.000,00$$

$$\text{Tukang} = 1,0000 \text{ Oh @ Rp. } 65.000,00$$

$$\text{Kepala Tukang} = 0,1000 \text{ Oh @ Rp. } 75.000,00$$

$$\text{Mandor} = 0,3000 \text{ Oh @ Rp. } 80.000,00$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

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

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(6,0000 \times 39,37)}{4} = 59 \text{ orang}$$

$$\text{Jadi upah Pekerja} = 59 \times \text{Rp. } 42.000,00 = \text{Rp. } 3.298.000,00$$

$$\text{Jumlah Tukang} = \frac{(1,0000 \times 39,37)}{4} = 9 \text{ orang}$$

$$\text{Jadi upah tukang} = 9 \times \text{Rp. } 65.000,00 = \text{Rp. } 585.000,00$$

$$\text{Jumlah Kepala Tukang} = \frac{(0,1000 \times 39,37)}{4} = 1 \text{ orang}$$

$$\text{Jadi upah Kepala Tukang} = 1 \times \text{Rp. } 75.000,00 = \text{Rp. } 75.000,00$$

$$\text{Jadi upah Mandor} = \frac{(0,3000 \times 39,37)}{4} = 2 \text{ orang}$$

$$\text{Jadi upah pekerja} = 1 \times \text{Rp. } 80.000,00 = \text{Rp. } 80.000,00$$

$$\text{Jadi upah normal tenaga kerja selama 21 hari adalah :}$$

$$(\text{Rp. } 2.478.000,00 + 585.000,00 + \text{Rp. } 75.000,00 + \text{Rp. } 160.000,00) \times 4 \text{ hari} = \text{Rp. } 13.192.000,00$$

$$\text{Pekerjaan ini akan dipercepat dengan durasi percepatan 1 hari, adapun perhitungannya adalah sebagai berikut :}$$

$$\text{Volume} = 39,37 \text{ m}^3$$

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

$$\text{Durasi dipercepat} = 4 - 1 = 3 \text{ hari}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

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

$$\text{Jumlah Pekerja} = \frac{(6,0000 \times 39,37)}{3} = 79 \text{ orang}$$

$$\text{Jadi upah Pekerja} = 79 \times \text{Rp. } 42.000,00$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Rp.} \\
&3.118.000,00 \\
&\text{Jumlah Tukang} \\
&= \frac{(1,0000 \times 39,37)}{3} \\
&= 14 \text{ orang} \\
&\text{Jadi upah Tukang} \\
&= 14 \times \text{Rp.} \\
&65.000,00 \\
&= \text{Rp.} \\
&910.000,00 \\
&\text{Jumlah Kepala Tukang} \\
&= \frac{(0,1000 \times 39,37)}{3} \\
&= 2 \text{ orang} \\
&\text{Jadi upah Kepala Tukang} \\
&= 2 \times \text{Rp.} \\
&75.000,00 \\
&= \text{Rp.} \\
&150.000,00 \\
&\text{Jumlah Mandor} \\
&= \frac{(0,3000 \times 39,37)}{3} \\
&= 4 \text{ orang} \\
&\text{Jadi upah Mandor} \\
&= 4 \times \\
&\text{Rp.}80.000,00 \\
&= \text{Rp.} \\
&82.500,00
\end{aligned}$$

Jadi upah normal tenaga kerja selama 21 hari adalah :

$$(\text{Rp. } 3.318.000,00 + \text{Rp. } 910.000,00 + \text{Rp. } 150.000,00 + \text{Rp. } 80.000,00) \times 3 \text{ hari} = \text{Rp. } 14.050.093,00$$

Slope Biaya akibat percepatan =

$$\frac{(\text{biaya dipercepat} - \text{biaya normal})}{(\text{waktu normal} - \text{waktu dipercepat})} = \frac{(\text{Rp. } 14.050.093,00 - \text{Rp. } 13.192.000,00)}{(4 - 3)} = \text{Rp. } 858.000,00$$

$$\begin{aligned}
&858.000,00 \\
&\text{Slope biaya selama 1 hari} = \text{Rp.} \\
&858.000,00 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp.} \\
&858.000,00
\end{aligned}$$

Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Tenaga Kerja dapat dilihat pada Tabel 4.

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.

6. KESIMPULAN

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan hotel whiz Bogor, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil dari perhitungan penambahan jam lembur didapatkan biaya total yang semakin menurun, dikarekan biaya tidak langsung proyek yang relatif tetap.
2. Biaya penambahan tenaga kerja juga semakin menurun yang dikarenakan hal yang sama yaitu karena biaya tidak langsung yang relatif tetap.
3. 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	DURASI (HARI)
1	Balok	4
2	Kolom	4
3	Tangga kebakaran 1	2
4	Tangga kebakaran 2	2
5	Tangga retail	2
6	Plat lantai	4
7	Shearwall	2
8	Tangga kebakaran 1	3
9	Tangga kebakaran 2	3
10	Tangga retail	3
11	Balok	4
12	Tangga kebakaran 1	2
13	Tangga kebakaran 2	2
14	Shearwall	3
15	Tangga kebakaran 1	3
16	Tangga kebakaran 2	3
17	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	5
18	Shearwall	5
19	Kolom	3
20	Tangga kebakaran 1	4
21	Tangga kebakaran 2	4
22	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	4
23	Shearwall	2
24	Retaining wall (Swimming pool & balancing tank)	4
25	Balok	5
26	Kolom	4
27	Tangga kebakaran 1	4
28	Tangga kebakaran 2	4
29	Balok	4
30	Kolom	4
31	Tangga kebakaran 1	3
32	Tangga kebakaran 2	3
33	Balok	4

34	Kolom	3
35	Tangga kebakaran 1	2
36	Tangga kebakaran 2	2
37	Shearwall	3
38	Kolom	6
39	Tangga kebakaran 1	3
40	Tangga kebakaran 2	3
41	Tangga kebakaran 1	2
42	Tangga kebakaran 2	2
43	Shearwall	3
44	Balok	4
45	Kolom	3
46	Tangga kebakaran 1	2
47	Tangga kebakaran 2	2
48	Shearwall	3
49	Balok	5
50	Kolom	6
51	Tangga kebakaran 1	3
52	Tangga kebakaran 2	3
53	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	5
54	Shearwall	5
55	Tangga kebakaran 1	2
56	Tangga kebakaran 2	2

Sumber: Hasil pengolahan data

Tabel 3. Perhitungan biaya total akibat jam lembur

KODE	PEKERJAN	DURASI (HARI)	BIAYA LANGSUNG	BIAYA TIDAK LANGSUNG	TOTAL BIAYA
		95	Rp3.459.845.425	Rp269.867.943	Rp3.729.713.368
9	Tangga kebakaran 2	94	Rp3.460.030.244	Rp267.027.228	Rp3.727.057.472
10	Tangga retail	93	Rp3.460.215.063	Rp264.186.513	Rp3.724.401.576
15	Tangga kebakaran 1	92	Rp3.460.399.883	Rp261.345.798	Rp3.721.745.680
16	Tangga kebakaran 2	91	Rp3.460.584.702	Rp258.505.082	Rp3.719.089.784
8	Tangga kebakaran 1	90	Rp3.460.785.746	Rp255.664.367	Rp3.716.450.113
51	Tangga kebakaran 1	89	Rp3.461.222.268	Rp252.823.652	Rp3.714.045.920
52	Tangga kebakaran 2	88	Rp3.461.658.790	Rp249.982.937	Rp3.711.641.727
28	Tangga kebakaran 2	87	Rp3.462.128.458	Rp247.142.222	Rp3.709.270.679
39	Tangga kebakaran 1	86	Rp3.462.598.125	Rp244.301.506	Rp3.706.899.632
40	Tangga kebakaran 2	85	Rp3.463.067.793	Rp241.460.791	Rp3.704.528.584
4	Tangga kebakaran 2	84	Rp3.463.683.523	Rp238.620.076	Rp3.702.303.599
5	Tangga retail	83	Rp3.464.299.254	Rp235.779.361	Rp3.700.078.615
12	Tangga kebakaran 1	82	Rp3.464.914.984	Rp232.938.646	Rp3.697.853.630
13	Tangga kebakaran 2	81	Rp3.465.530.715	Rp230.097.930	Rp3.695.628.645
3	Tangga kebakaran 1	80	Rp3.466.167.467	Rp227.257.215	Rp3.693.424.682
18	Shearwall	79	Rp3.467.077.464	Rp224.416.500	Rp3.691.493.964
54	Shearwall	78	Rp3.467.987.461	Rp221.575.785	Rp3.689.563.246
55	Tangga kebakaran 1	77	Rp3.469.139.014	Rp218.735.070	Rp3.687.874.083
56	Tangga kebakaran	76	Rp3.470.290.566	Rp215.894.355	Rp3.686.184.920

	2				
31	Tangga kebakaran 1	75	Rp3.471.611.663	Rp213.053.639	Rp3.684.665.302
32	Tangga kebakaran 2	74	Rp3.472.932.760	Rp210.212.924	Rp3.683.145.684
41	Tangga kebakaran 1	73	Rp3.474.253.857	Rp207.372.209	Rp3.681.626.066
42	Tangga kebakaran 2	72	Rp3.475.574.954	Rp204.531.494	Rp3.680.106.448
46	Tangga kebakaran 1	71	Rp3.476.975.382	Rp201.690.779	Rp3.678.666.161
47	Tangga kebakaran 2	70	Rp3.478.375.811	Rp198.850.063	Rp3.677.225.874
20	Tangga kebakaran 1	69	Rp3.479.957.025	Rp196.009.348	Rp3.675.966.373
21	Tangga kebakaran 2	68	Rp3.481.538.240	Rp193.168.633	Rp3.674.706.873
35	Tangga kebakaran 1	67	Rp3.483.119.454	Rp190.327.918	Rp3.673.447.372
36	Tangga kebakaran 2	66	Rp3.484.700.669	Rp187.487.203	Rp3.672.187.871
43	Shearwall	65	Rp3.486.690.169	Rp184.646.487	Rp3.671.336.656
7	Shearwall	64	Rp3.488.791.849	Rp181.805.772	Rp3.670.597.621
14	Shearwall	63	Rp3.490.893.530	Rp178.965.057	Rp3.669.858.587
48	Shearwall	62	Rp3.492.995.210	Rp176.124.342	Rp3.669.119.552
23	Shearwall	61	Rp3.495.582.427	Rp173.283.627	Rp3.668.866.054
37	Shearwall	60	Rp3.498.169.644	Rp170.442.911	Rp3.668.612.556
50	Kolom	59	Rp3.500.956.066	Rp167.602.196	Rp3.668.558.262
1	Baok	58	Rp3.504.154.642	Rp164.761.481	Rp3.668.916.123
29	Balok	57	Rp3.507.793.112	Rp161.920.766	Rp3.669.713.878
53	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	56	Rp3.511.566.703	Rp159.080.051	Rp3.670.646.754
26	Kolom	55	Rp3.515.372.615	Rp156.239.336	Rp3.671.611.950
27	Tangga kebakaran 1	54	Rp3.519.178.527	Rp153.398.620	Rp3.672.577.147
17	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	53	Rp3.523.005.764	Rp150.557.905	Rp3.673.563.669
38	Kolom	52	Rp3.527.343.482	Rp147.717.190	Rp3.675.060.672
45	Kolom	51	Rp3.532.232.884	Rp144.876.475	Rp3.677.109.359
49	Balok	50	Rp3.537.315.802	Rp142.035.760	Rp3.679.351.562
30	Kolom	49	Rp3.542.677.353	Rp139.195.044	Rp3.681.872.397
25	Balok	48	Rp3.548.958.391	Rp136.354.329	Rp3.685.312.720
19	Kolom	47	Rp3.555.620.811	Rp133.513.614	Rp3.689.134.425
34	Kolom	46	Rp3.562.283.230	Rp130.672.899	Rp3.692.956.129
2	Kolom	45	Rp3.570.115.017	Rp127.832.184	Rp3.697.947.200
6	Plat lantai	44	Rp3.578.002.656	Rp124.991.468	Rp3.702.994.124
33	Balok	43	Rp3.586.547.364	Rp122.150.753	Rp3.708.698.117
24	Retaining wall (Swimming pool & balancing tank)	42	Rp3.595.172.739	Rp119.310.038	Rp3.714.482.777
44	Balok	41	Rp3.603.830.899	Rp116.469.323	Rp3.720.300.222
11	Balok	40	Rp3.613.264.754	Rp113.628.608	Rp3.726.893.362
22	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	39	Rp3.627.214.947	Rp110.787.892	Rp3.738.002.839

Sumber: Hasil pengolahan data

Tabel 4. Perhitungan biaya total akibat tenaga kerja

KODE	PEKERJAAN	DURASI (HARI)	BIAYA LANGSUNG (RP.)	BIAYA TIDAK LANGSUNG (RP.)	TOTAL BIAYA (RP.)
		95	3459845425	269867943	3729713368
3	Tangga kebakaran 1	94	3459871481	267027228	3726898709
38	Kolom	93	3459917631	264186513	3724104444
35	Tangga kebakaran 1	92	3459969481	261345798	3721315279
36	Tangga kebakaran 2	91	3460021332	258505082	3718526414
18	Shearwal 1	90	3460075883	255664367	3715740250
54	Shearwal 1	89	3460130434	252823652	3712954086
27	Tangga kebakaran 1	88	3460185986	249982937	3710168923
28	Tangga kebakaran 2	87	3460241537	247142222	3707383759
4	Tangga kebakaran 2	86	3460305238	244301506	3704606745
5	Tangga retail	85	3460368939	241460791	3701829730
12	Tangga kebakaran 1	84	3460432640	238620076	3699052716
13	Tangga kebakaran 2	83	3460496341	235779361	3696275702
1	Balok	82	3460568042	232938646	3693506687
31	Tangga kebakaran 1	81	3460639986	230097930	3690737916
32	Tangga kebakaran 2	80	3460711930	227257215	3687969145
29	Balok	79	3460812341	224416500	3685228841
41	Tangga kebakaran 1	78	3460926976	221575785	3682502761
42	Tangga kebakaran 2	77	3461041612	218735070	3679776682
55	Tangga kebakaran 1	76	3461158247	215894355	3677052602
56	Tangga kebakaran 2	75	3461274883	213053639	3674328522
46	Tangga kebakaran 1	74	3461393911	210212924	3671606835
47	Tangga kebakaran 2	73	3461512939	207372209	3668885148
7	Shearwal 1	72	3461637332	204531494	3666168825
39	Tangga kebakaran 1	71	3461798883	201690779	3663489662
40	Tangga kebakaran 2	70	3461960434	198850063	3660810498
51	Tangga kebakaran 1	69	3462121986	196009348	3658131334
52	Tangga	68	3462283	1931686	3655452

	kebakaran 2		537	33	170
8	Tangga kebakaran 1	67	3462445089	190327918	3652773006
9	Tangga kebakaran 2	66	3462606640	187487203	3650093843
10	Tangga retail	65	3462768191	184646487	3647414679
43	Shearwal 1	64	3462962042	181805772	3644767814
23	Shearwal 1	63	3463234061	178965057	3642199118
37	Shearwal 1	62	3463541266	176124342	3639665608
50	Kolom	61	3463912818	173283627	3637196444
14	Shearwal 1	60	3464287986	170442911	3634730897
48	Shearwal 1	59	3464663154	167602196	3632265350
20	Tangga kebakaran 1	58	3465076388	164761481	3629837869
21	Tangga kebakaran 2	57	3465489621	161920766	3627410387
19	Kolom	56	3465903004	159080051	3624983055
17	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	55	3466354855	156239336	3622594190
53	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	54	3466806705	153398620	3620205326
26	Kolom	53	3467286556	150557905	3617844461
2	Kolom	52	3467818332	147717190	3615535521
34	Kolom	51	3468357715	144876475	3613234189
49	Balok	50	3468912565	142035760	3610948325
45	Kolom	49	3469540154	139195044	3608735198
22	Plat lantai (termasuk canopy jendela)	48	3470172191	136354329	3606526521
25	Balok	47	3470830042	133513614	3604343656
24	Retaining wall (Swimming pool & balancing tank)	46	3471580098	130672899	3602252997
44	Balok	45	3472330154	127832184	3600162338
30	Kolom	44	3473111089	124991468	3598102557
33	Balok	43	3473969145	122150753	3596119898
11	Balok	42	3474827238	119310038	3594137276
15	Tangga kebakaran 1	41	3475818892	116469323	3592288215
16	Tangga kebakaran 2	40	3476810546	113628608	3590439154
6	Plat lantai	39	3477880565	110787892	3588668458

Sumber: Hasil pengolahan data

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

DURASI (HARI)	BIAYA SETELAH PENAMBAHAN JAM LEMBUR	BIAYA SETELAH PENAMBAHAN TENAGA KERJA	DENDA
0			
1	3727057472	3726898709	3733173214
2	3724401576	3724104143	3736633059
3	3721745680	3721315279	3740092904
4	3719089784	3718526414	3743552750
5	3716450113	3715740250	3747012595
6	3714045920	3712954086	3750472441
7	3711641727	3710168923	3753932286
8	3709270679	3707383759	3757392132
9	3706899632	3704606745	3760851977
10	3704528584	3701829730	3764311822
11	3702303599	3699052716	3767771668
12	3700078615	3696275702	3771231513
13	3697853630	3693506687	3774691359
14	3695628645	3690737916	3778151204
15	3693424682	3687969145	3781611050
16	3691493964	3685228841	3785070895
17	3689563246	3682502761	3788530740
18	3687874083	3679776682	3791990586
19	3686184920	3677052602	3795450431
20	3684665302	3674328522	3798910277
21	3683145684	3671606835	3802370122
22	3681626066	3668885148	3805829968
23	3680106448	3666168825	3809289813
24	3678666161	3663489662	3812749658
25	3677225874	3660810498	3816209504
26	3675966373	3658131334	3819669349
27	3674706873	3655452170	3823129195

28	3673447372	3652773006	3826589040
29	3672187871	3650093843	3830048885
30	3671336656	3647414679	3833508731
31	3670597621	3644767814	3836968576
32	3669858587	3642199118	3840428422
33	3669119552	3639665608	3843888267
34	3668866054	3637196444	3847348113
35	3668612556	3634730897	3850807958
36	3668558262	3632265350	3854267803
37	3668916123	3629837869	3857727649
38	3669713878	3627410387	3861187494
39	3670646754	3624983055	3864647340
40	3671611950	3622594190	3868107185
41	3672577147	3620205326	3871567031
42	3673563669	3617844461	3875026876
43	3675060672	3615535521	3878486721
44	3677109359	3613234189	3881946567
45	3679351562	3610948325	3885406412
46	3681872397	3608735198	3888866258
47	3685312720	3606526521	3892326103
48	3689134425	3604343656	3895785949
49	3692956129	3602252997	3899245794
50	3697947200	3600162338	3902705639
51	3702994124	3598102557	3906165485
52	3708698117	3596119898	3909625330
53	3714482777	3594137276	3913085176
54	3720300222	3592288215	3916545021
55	3726893362	3590439154	3920004867
56	3738002839	3588668458	3923464712

Sumber: Hasil pengolahan data

DAFTAR PUSTAKA

Dipohusodo, Istimawan. 1996. Manajemen Proyek dan Konstruksi jilid 2. Penerbit : Kanisius, Yogyakarta.

- Madcoms. 2011. *Microsoft Project 2010*. Penerbit : Andi, Yogyakarta.
- 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.
- Presisda R, Puspa. 2011. *Pengendalian Waktu dan Biaya Pada Proyek Konstruksi*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Raa'uf A, Muhammad. 2011. *Optimasi Biaya dan Waktu 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.
- Sartika. 2014. *Anailsa Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Variasi Penambahan Jam Kerja (Lembur)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Toha, Muhammad. 2010. *Analisa Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Variasi Penambahan Jam Kerja (Lembur)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.

