

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Dalam pelaksanaan pembangunan suatu proyek konstruksi, terdapat tiga unsur utama yaitu biaya, mutu dan waktu. Ketiga hal utama tersebut semuanya saling berhubungan satu sama lain, dimana suatu proyek diharapkan dapat terselesaikan dengan waktu yang sesuai jadwal yang direncanakan dengan biaya minimal dan mutu yang sudah ditetapkan dalam perencanaan proyek. Untuk memenuhi ketiga hal tersebut, perusahaan harus mempunyai metode atau cara yang dapat digunakan dalam perencanaan sebuah proyek, sehingga semua sumber daya yang dimiliki dapat dimanfaatkan secara optimal. Dan juga menghindarkan dari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek.

Pada penelitian ini membahas optimalisasi waktu proyek dan biaya proyek pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Hotel Amaris Sagan Yogyakarta dengan metode penambahan jam kerja (lembur) dan metode penambahan tenaga kerja .

Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Berapakah durasi optimal dan biaya optimal Proyek Pembangunan Hotel Amaris Sagan Yogyakarta?
2. Bagaimanakah perbandingan durasi optimal dan biaya optimal dari lembur dan penambahan tenaga kerja ?
3. Bagaimanakah perbandingan biaya akibat lembur, biaya akibat penambahan tenaga kerja, dan biaya denda ?

Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis durasi optimal dan biaya optimal Proyek Pembangunan Hotel Amaris Sagan Yogyakarta.
2. Menganalisis perbandingan durasi optimal dan biaya optimal dari lembur dan penambahan tenaga kerja.
3. Menganalisis perbandingan biaya akibat lembur, biaya akibat penambahan tenaga kerja, dan biaya denda.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam mengambil

keputusan yang berkaitan dengan kebijakan pelaksanaan proyek.

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

2. TINJAUAN PUSTAKA

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

Manajemen Proyek

Menurut Siswanto (dalam Aulia, 2015) dalam manajemen proyek penentuan waktu penyelesaian kegiatan ini merupakan salah satu kegiatan awal yang sangat penting dalam proses perencanaan karena penentuan waktu tersebut akan menjadi dasar bagi perencana yang lain, yaitu:

1. Penyusunan jadwal (*scheduling*), anggaran (*budgeting*), kebutuhan sumber daya manusia (*manpower planning*), dan sumber organisasi yang lain.
2. Proses pengendalian (*controlling*).

Network Planning

Suatu kegiatan harus direncanakan dengan baik agar rangkaian pekerjaan dapat terlaksana dengan optimal. *Network planning* adalah gambaran kejadian-kejadian dan kegiatan yang diharapkan akan terjadi dan dibuat secara kronologis serta dengan kaitan yang logis dan berhubungan antara sebuah kejadian atau kegiatan dengan yang lainnya. Dengan adanya *network*, manajemen dapat menyusun perencanaan penyelesaian proyek dengan waktu dan biaya yang paling efisien.

Biaya Total Proyek

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

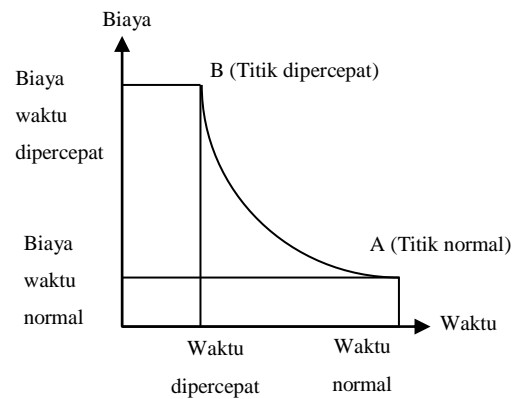
1. Biaya langsung adalah biaya permanen yang melekat pada hasil akhir konstruksi seperti :
 - a. Biaya bahan / material
 - b. Biaya upah kerja
 - c. Biaya peralatan
 - d. Biaya subkontraktor dan lain-lain.

Inti dari perkiraan biaya secara detail adalah yang didasarkan pada penentuan jumlah material, tenaga kerja, peralatan dan jasa subkontraktor yang merupakan bagian terbesar dari biaya total proyek yaitu berkisar 85% (Ritz, 1994) yang terdiri dari biaya peralatan sebesar 20-25%, material curah 20-25%, biaya konstruksi di lapangan yaitu tenaga kerja, material jasa subkontraktor 45-50%.

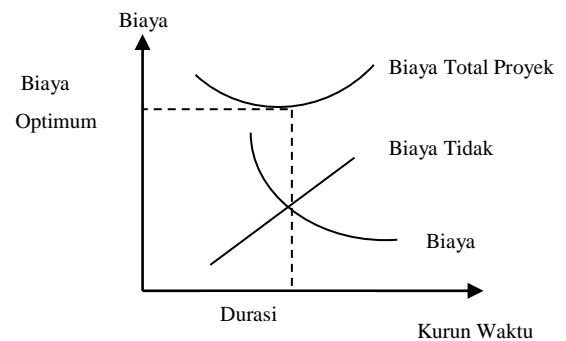
2. Biaya tidak langsung adalah biaya tidak melekat pada hasil akhir konstruksi sebuah proyek tapi merupakan sebuah nilai yang dipungut karena proses pelaksanaan konstruksi proyek yang sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*) seperti :
 - a. Gaji staf / pegawai tetap tim manajemen
 - b. Biaya konsultan (perencana dan pengawas)
 - c. Fasilitas sementara di lokasi proyek
 - d. Peralatan konstruksi
 - e. Pajak, pungutan, asuransi dan perizinan
 - f. *Overhead*
 - g. Biaya tak terduga
 - h. Laba.

Hubungan antara biaya dengan waktu dapat dilihat pada Gambar 3.2. Titik A pada gambar menunjukkan kondisi normal, sedangkan titik B menunjukkan kondisi dipercepat. Garis yang menghubungkan antar titik tersebut disebut dengan kurva waktu biaya. Gambar 3.2 memperlihatkan 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 3.3 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 3.1 Grafik hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Sumber: Soeharto, 1997).



Gambar 3.2 Grafik hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung (Sumber : Soeharto, 1997).

Jadi biaya total proyek adalah biaya langsung ditambah biaya tidak langsung. Keduanya berubah sesuai dengan waktu dan kemajuan proyek. Meskipun tidak dapat diperhitungkan dengan rumus tertentu, tetapi pada umumnya makin lama proyek berjalan maka makin tinggi komulatif biaya tidak langsung yang diperlukan. Sedangkan biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkendali.

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 dalam CPM dikenal adanya EET (*Earliest Event Time*) dan LET (*Last Event Time*), serta *Total Float* dan *Free Float*. EET adalah peristiwa paling awal atau waktu tercepat dari suatu kegiatan,

sedangkan LET adalah peristiwa paling akhir atau waktu paling lambat dari suatu kegiatan. Metode CPM membantu mendapatkan lintasan kritis, yaitu lintasan yang menghubungkan kegiatan – kegiatan kritis, atau dengan kata lain lintasan kritis adalah lintasan kegiatan yang tidak boleh terlambat ataupun mengalami penundaan pelaksanaan karena keterlambatan tersebut akan menyebabkan keterlambatan pada waktu total penyelesaian proyek.

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

Di dalam perencanaan suatu proyek disamping variabel waktu dan sumber daya, variabel biaya (*cost*) mempunyai peranan yang sangat penting. Biaya (*cost*) merupakan salah satu aspek penting dalam manajemen, dimana biaya yang timbul harus dikendalikan seminim mungkin. Pengendalian biaya harus memperhatikan faktor waktu, karena terdapat hubungan yang erat antara waktu penyelesaian proyek dengan biaya-biaya proyek yang bersangkutan.

Sering terjadi suatu proyek harus diselesaikan lebih cepat daripada waktu normalnya. Dalam hal ini pimpinan proyek dihadapkan kepada masalah bagaimana mempercepat penyelesaian proyek dengan biaya minimum. Oleh karena itu perlu dipelajari terlebih dahulu hubungan antara waktu dan biaya. Analisis mengenai pertukaran waktu dan biaya disebut dengan *Time Cost Trade Off* (Pertukaran Waktu dan Biaya).

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

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

- a. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).

Kerja lembur (*working time*) dapat dilakukan dengan menambah jam kerja perhari, tanpa menambah perkerja. Penambahan ini bertujuan untuk memperbesar produksi selama satu hari sehingga penyelesaian suatu aktivitas pekerjaan akan lebih cepat. Yang perlu diperhatikan di dalam penambahan jam

kerja adalah lamanya waktu bekerja seseorang dalam satu hari. Jika seseorang terlalu lama bekerja selama satu hari, maka produktivitas orang tersebut akan menurun karena terlalu lelah.

- b. Penambahan tenaga kerja

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

- c. Pergantian atau penambahan peralatan

Penambahan peralatan dimaksudkan untuk menambah produktivitas. Namun perlu diperhatikan adanya penambahan biaya langsung untuk mobilitas dan demobilitas alat tersebut. Durasi proyek dapat dipercepat dengan pergantian peralatan yang mempunyai produktivitas yang lebih tinggi. Juga perlu diperhatikan luas lahan untuk menyediakan tempat bagi peralatan tersebut dan pengaruhnya terhadap produktivitas tenaga kerja.

- d. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas

Yang dimaksudkan dengan sumber daya manusia yang berkualitas adalah tenaga kerja yang mempunyai produktivitas yang tinggi dengan hasil yang baik. Dengan mempekerjakan tenaga kerja yang berkualitas, maka aktivitas akan lebih cepat diselesaikan.

- e. Penggunaan metode konstruksi yang efektif

Metode konstruksi berkaitan erat dengan sistem kerja dan tingkat penguasaan pelaksana terhadap metode tersebut serta ketersediaan sumber daya yang dibutuhkan.

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.

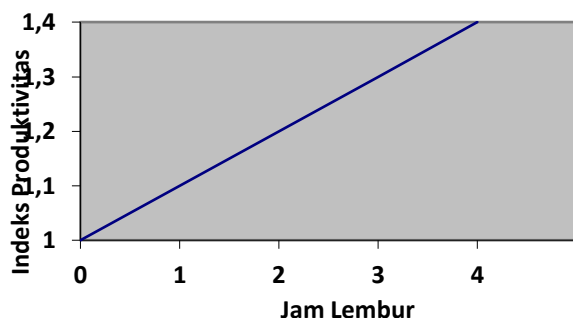
Produktivitas Pekerja

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 Lembur

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan lembur. Lembur ini sangat sering dilakukan dikarenakan dapat memberdayakan sumber daya yang sudah ada di lapangan 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 17.00 dengan satu jam istirahat), kemudian jam lembur dilakukan setelah jam kerja normal selesai.

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 3.3.



Gambar 3.3 grafik Indikasi Penurunan Produktivitas Akibat Penambahan Jam Kerja (Sumber: Soeharto, 1997).

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

1. Produktivitas harian

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

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

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

dengan:
a = lama Lembur
b = koefisien penurunan produktivitas akibat Lembur
Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.1.
4. *Crash duration*

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

Tabel 3.1 Koefisien Penurunan Produktivitas

Jam Lembur	Penurunan Indeks Produktivitas	Prestasi Kerja (%)
1 jam	0,1	90
2 jam	0,2	80
3 jam	0,3	70
4 jam	0,4	60

Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

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

Perhitungan untuk penambahan tenaga kerja dirumuskan sebagai berikut ini :

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

Durasi normal
Durasi dipercepat

Dari rumus di atas maka akan diketahui jumlah pekerja normal dan jumlah

penambahan tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek.

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 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 diperhitungkan 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 akibat jam lembur dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

1. Normal upah pekerja perhari
= Produktivitas harian \times Harga satuan upah pekerja
2. Normal upah pekerja perjam
= Produktivitas perjam \times Harga satuan upah pekerja
3. Biaya lembur pekerja
= $1,5 \times$ upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama
+ $2 \times n \times$ upah sejam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) berikutnya
dengan:
 n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)
4. *Crash cost* pekerja perhari
= (Jam kerja perhari \times Normal *cost* pekerja) + ($n \times$ Biaya lembur perjam)
5. *Cost slope*
= $\frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}$

Perhitungan untuk biaya tambahan akibat penambahan tenaga kerja dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Normal ongkos pekerja perhari sesuai dengan harga satuan setiap daerah.
2. Biaya penambahan pekerja
= Jumlah pekerja \times upah normal pekerja perhari
3. *Crash cost* pekerja
= (Biaya total pekerja yang dipercepat - Biaya total pekerja normal)
4. *Cost slope*
= $\frac{\text{Crash cost} - \text{Normal cost}}{\text{Durasi normal} - \text{Durasi crash}}$

Biaya Denda

Keterlambatan penyelesaian proyek akan menyebabkan kontakor terkena sanksi berupa denda yang telah disepakati dalam dokumen kontrak.

Besarnya biaya denda umumnya dihitung sebagai berikut:

$$\text{Total denda} = \text{total waktu akibat keterlambatan} \times \text{denda perhari akibat keterlambatan}$$

Dengan:

Denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1 permil dari nilai kontrak.

Program Microsoft Project

Microsoft Project merupakan *software* administrasi proyek yang digunakan untuk melakukan perencanaan, pengelolaan, pengawasan dan pelaporan data dari suatu proyek. Kemudahan penggunaan dan keleluasaan lembar kerja serta cakupan unsur-unsur proyek menjadikan *software* ini sangat mendukung proses administrasi sebuah proyek.

Microsoft Project memberikan unsur-unsur manajemen proyek yang sempurna dengan memadukan kemudahan pengguna, kemampuan, dan *fleksibilitas* sehingga pengguna dapat mengatur proyek lebih efisien dan efektif. Pengelolaan proyek konstruksi membutuhkan waktu yang panjang dan ketelitian yang tinggi. *Microsoft Project* dapat menunjang dan membantu tugas pengelolaan sebuah proyek konstruksi sehingga menghasilkan suatu data yang akurat.

Keunggulan *Microsoft Project* adalah kemampuannya menangani perencanaan suatu kegiatan, pengorganisasian dan pengendalian waktu serta biaya yang mengubah input data menjadi sebuah output data sesuai tujuannya. Input mencakup unsur-unsur manusia, material, mata uang, mesin/alat dan kegiatan-kegiatan. Seterusnya diproses menjadi suatu hasil yang maksimal untuk mendapatkan informasi yang diinginkan sebagai pertimbangan untuk pengambilan keputusan. Dalam proses diperlukan perencanaan, pengorganisasian, dan pengendalian.

Keuntungan *Microsoft Project* adalah dapat melakukan penjadwalan produksi secara efektif dan efisien, dapat diperoleh secara langsung informasi biaya selama periode, mudah dilakukan modifikasi dan penyusunan jadwal produksi yang tepat akan

lebih mudah dihasilkan dalam waktu yang cepat.

Beberapa jenis metode manajemen proyek yang dikenal 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.

Tujuan penjadwalan dalam *Microsoft Project* adalah :

1. Mengetahui durasi kerja proyek.
2. Membuat durasi optimum.
3. Mengendalikan jadwal yang dibuat.
4. Mengalokasikan sumber daya (*resources*) yang digunakan.

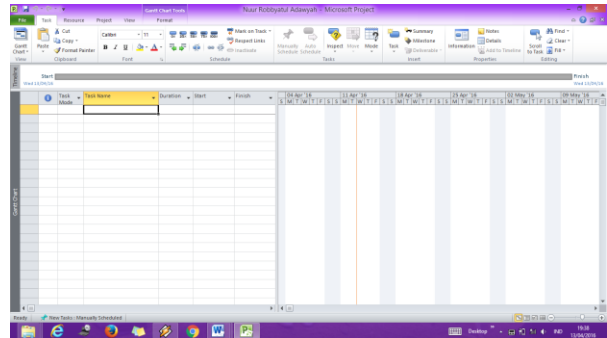
Komponen yang dibutuhkan pada jadwal adalah :

1. Kegiatan (rincian tugas, tugas utama).
2. Durasi kerja untuk tiap kegiatan.
3. Hubungan kerja tiap kegiatan.
4. *Resources* (tenaga kerja pekerja dan bahan).

Yang dikerjakan oleh *Microsoft Project* antara lain :

1. Mencatat kebutuhan tenaga kerja pada setiap sektor.
2. Mencatat jam kerja para pegawai, jam lembur.
3. Menghitung pengeluaran sehubungan dengan ongkos tenaga kerja, memasukkan biaya tetap, menghitung total biaya proyek.
4. Membantu mengontrol pengguna tenaga kerja pada beberapa pekerjaan untuk menghindari *overallocation* (kelebihan beban pada penggunaan tenaga kerja).

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 3.4.



Gambar 3.4 Tampilan layar *Gantt Chart View*.

4.METODE PENELITIAN

Tahap dan Prosedur Penelitian

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

Tahap 1 : Persiapan

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

Tahap 2 : Pengumpulan Data

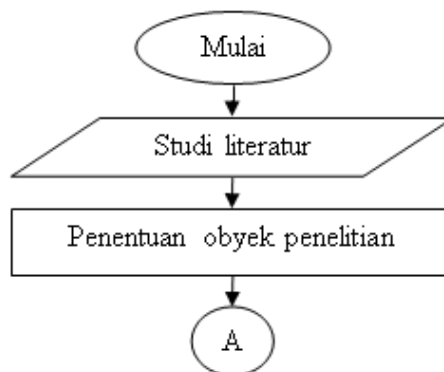
Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan.

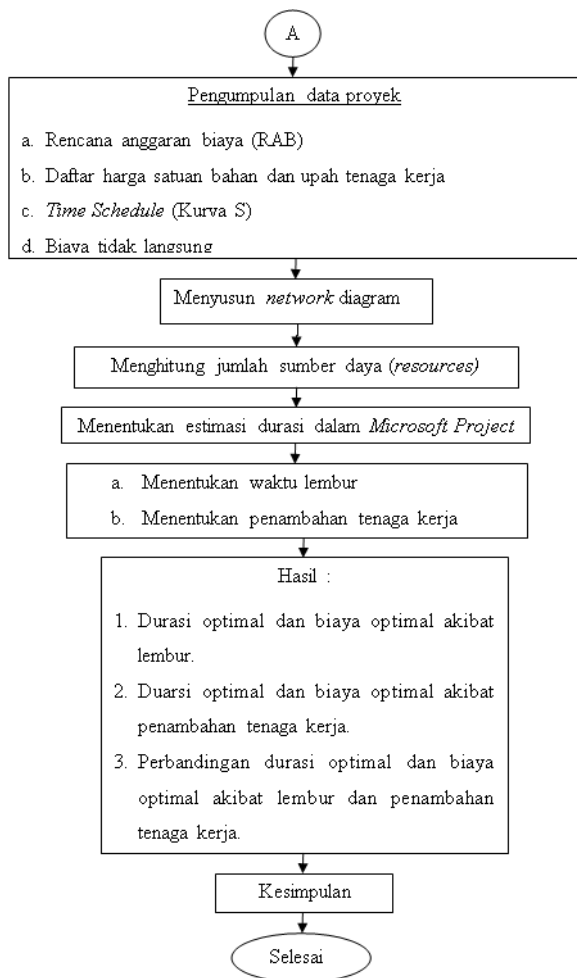
Tahap 3 : Analisis percepatan dengan aplikasi program dan metode *time cost trade Off*

Tahap 4 : Kesimpulan

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

Tahapan penelitian secara skematis dalam bentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar 4.1.





Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi 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. B. 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. B. 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

Pertama dibuat AHSP baru yang lebih rinci karena AHSP yang di dapat dari kontraktor PT. B tidak ada rincian koefisien dan harga satuan untuk masing-masing tenaga kerja. Pada AHSP yang di dapat dari kontraktor PT. B upah untuk tenaga kerja langsung digabung menjadi upah kerja. Selanjutnya dibuat RAB yang sesuai dengan AHSP yang telah dibuat. AHSP dan RAB baru ini yang selanjutnya digunakan dalam 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 ke dalam program *Microsoft Project 2010*, maka nantinya akan dikalkulasi secara otomatis sesuai dengan rumus-rumus kalkulasi yang telah dibuat oleh program ini. 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.

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari Proyek Pembangunan Hotel Amaris Sagan Yogyakarta ini adalah sebagai berikut :
Pemilik Proyek : PT. A

Kontraktor : PT. B
 Anggaran : Rp8.235.720.555,54
 Anggaran *Baseline* : Rp8.235.719.447
 Waktu pelaksanaan : 240 Hari kerja

Kegiatan-Kegiatan Kritis

Tabel 1 daftar kegiatan kritis

KODE	ITEM PEKERJAAN	DURASI (Hari)
A	Galian Tanah, Sirtu, Pecah Pancang	12
C	Buang tanah keluar site	12
D	Lantai kerja tebal 5 cm	12
E	Pile cap	12
F	Tie beam	12
G	Plat/Slab semi basement	12
H	Dinding Semi Basement	12
J	Tangga	6
L	Kolom	12
AD	Kolom	12
AH	Balok	12
AL	Plat lantai	12
AN	Kolom	12
AO	Tangga	6
AQ	Plat lantai	12
AR	Balok	12

Alasan - alasan pemilihan item kegiatan yang ada dalam kegiatan kritis adalah :

1. Kegiatan kritis yang terpilih 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.

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 (17.00-18.00). 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. Galian Tanah, Sirtu, Pecah Pancang

Maksimal yang bisa *dicrashing* :

$$\text{Volume} = 2594,674 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 12 \text{ hari}$$

$$\text{Durasi normal (jam)} = 21 \times 8$$

$$= 96 \text{ jam}$$

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

$$= \frac{96}{2594,674} = 27,028 \text{ m}^3/\text{jam}$$

$$\text{Maksimal crashing} = \frac{2594,674}{(27,028 \times 8) + (1 \times 0,9 \times 27,028)} = 10,787 \text{ hari} = 11 \text{ hari}$$

$$\text{Maka maksimal crashing} = 12 \text{ hari} - 11 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

Tabel 2 Hasil Maksimal *Crashing*

Kode	Durasi Normal	Durasi Percepatan	Biaya Normal	Biaya Percepatan
A	12	11	Rp97.041.375	Rp98.556.624
C	12	11	Rp2.318.900	Rp2.355.107
D	12	11	Rp34.555.387	Rp34.647.300
E	12	11	Rp202.631.156	Rp203.643.107
F	12	11	Rp159.767.713	Rp160.742.986
G	12	11	Rp375.397.723	Rp377.182.244
H	12	11	Rp131.578.209	Rp131.916.733
J	6	5	Rp11.389.985	Rp11.516.150
L	12	11	Rp181.572.633	Rp182.688.817
AD	12	11	Rp166.133.337	Rp167.130.871
AH	12	11	Rp460.155.182	Rp463.018.375
AL	12	11	Rp356.513.295	Rp358.421.534
AN	12	11	Rp148.155.195	Rp149.026.988
AO	6	5	Rp11.395.508	Rp11.518.534

AQ	12	11	Rp380. 820.09 2	Rp382. 870.86 2
AR	12	11	Rp373. 469.01 0	Rp375. 764.21 0

Contoh perhitungan upah lembur sbb :

$$\begin{aligned} \text{Upah kerja perjam} & : \\ \text{Mandor} & = \frac{\text{Upah Kerja Perhari}}{\text{Jam Kerja Sehari}} \\ & = \frac{70.000}{8} = \text{Rp}8.750 \end{aligned}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{47.500}{8} = \text{Rp}5.938$$

$$\begin{aligned} \text{Upah lembur perjam} & : \\ \text{Mandor} & = 8.750 \times 1,5 = \text{Rp}13.125 \end{aligned}$$

$$\text{Pekerja} = 5.938 \times 1,5 = \text{Rp}8.906$$

$$\begin{aligned} \text{Upah kerja} & : \\ \text{Pekerja} & = (162,17 \times 1 \text{ jam} \times \text{Rp. } 8.906) \\ & = \text{Rp}1.444.301 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} & = (5,41 \times 3 \text{ jam} \times \text{Rp. } 13.125) \\ & = \text{Rp}70.948 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Upah lembur} & \\ & = \text{Rp}1.444.301 + \text{Rp}70.948 \\ & = \text{Rp}1.515.249 \end{aligned}$$

$$\text{Biaya Normal} = \text{Rp. } 97.041.375$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya percepatan} & \\ & = (\text{Rp}1.515.249 + \text{Rp. } 97.041.375) \\ & = \text{Rp}98.556.624 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Slope biaya perhari} & = \frac{\text{Total Upah Lembur}}{\text{Maksimal Crashing}} \\ & = \frac{\text{Rp}1.515.249}{1} \\ & = \text{Rp}1.515.249 \end{aligned}$$

$$\text{Slope biaya setelah crashing}$$

$$= \text{Rp}1.515.249 \times 1 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp}1.515.249$$

Waktu dan biaya optimum akibat lembur didapat pada umur proyek 235 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp8.438.038.832 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 5 hari (2,13%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp3.559.695 (0,042%). Berikut Perhitungannya :

1. Efisiensi waktu proyek

$$240 \text{ HK} - 235 \text{ HK} = 5 \text{ hari}$$

$$\text{Atau } \frac{240 - 235}{235} \times 100\% = 2,13 \%$$

2. Efisiensi biaya proyek

$$\text{Rp}8.441.612.433 - \text{Rp}8.438.052.738$$

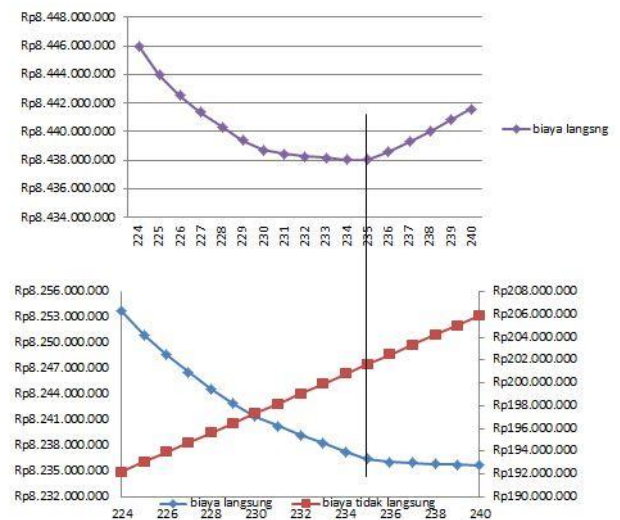
$$= \text{Rp}3.559.695$$

$$\text{Atau } \frac{\text{Rp}8.441.612.433 - \text{Rp}8.438.052.738}{\text{Rp}8.438.052.738} \times 100$$

$$= 0,042\%$$

Untuk Perhitungan Biaya Total Akibat Jam lembur dapat dilihat pada Tabel 3 sedangkan Grafik biaya total, grafik biaya langsung dan

grafik biaya tidak langsung akibat jam lembur dapat dilihat pada Gambar dibawah



Penambahan Tenaga Kerja

Adapun salah satu contoh perhitungannya adalah sebagai berikut :

Pek. Galian Tanah, Sirtu, Pecah Pancang

$$\text{Volume} = 2594,674 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi normal} = 12 \text{ hari}$$

Kapasitas tenaga kerja per 1m^3 adalah

$$\text{Pekerja} = 162,167 \text{ Oh @ Rp}47.500$$

$$\text{Tukang} = 5,406 \text{ Oh @ Rp}70.000$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

Jumlah tenaga kerja

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

Untuk pekerjaan galian tanah, sirtu, pecah pancang pada penelitian ini terdiri dari 4 bagian yaitu :

a. Semi Basement

$$\text{Pekerja} = \frac{(0,75 \times 1657,05)}{12} = 103,57$$

$$\text{Mandor} = \frac{(0,025 \times 1657,05)}{12} = 3,45$$

b. Pile cap, Tie beam, Pit Lift

$$\text{Pekerja} = \frac{(0,75 \times 229,49)}{12} = 14,34$$

$$\text{Mandor} = \frac{(0,025 \times 229,49)}{12} = 0,48$$

c. Ground Water Tank

$$\text{Pekerja} = \frac{(0,75 \times 524,61)}{12} = 32,79$$

$$\text{Mandor} = \frac{(0,025 \times 524,61)}{12} = 1,09$$

d. Sawage Treatment Plant

$$\text{Pekerja} = \frac{(0,75 \times 183,53)}{12} = 11,47$$

$$\text{Mandor} = \frac{(0,025 \times 183,53)}{12} = 0,38$$

$$\begin{aligned} \text{Jadi, Pekerja} & = 103,57 + 14,34 + 32,79 + \\ & = 162,17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 3,45 + 0,48 + 1,09 + 0,38 \\ &= 5,41 \\ \text{Upah Pekerja} &= 162,17 \times \text{Rp}47.500 \\ &= \text{Rp}7.703.075 \\ \text{Upah Mandor} &= 5,41 \times \text{Rp}70.000 \\ &= \text{Rp}378.700 \end{aligned}$$

Jadi upah normal tenaga kerja selama 12 hari adalah :

$$(\text{Rp}7.703.075 + \text{Rp}378.700) \times 12 \text{ hari} = \text{Rp}96.981.300$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Material} &= \text{Total Upah Normal} - \text{Upah Normal Tenaga Kerja} \\ &= \text{Rp}97.041.375 - \text{Rp}96.981.300 \\ &= \text{Rp}60.075 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 2594,674 \text{ m}^3 \\ \text{Crashing} &= 1 \text{ hari} \\ \text{Durasi dipercepat} &= 12 - 1 = 11 \text{ hari} \end{aligned}$$

Perhitungan jumlah tenaga kerja :

a. Semi Basement

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{(0,75 \times 1657,05)}{11} = 112,98 \\ \text{Mandor} &= \frac{(0,025 \times 1657,05)}{11} = 3,77 \end{aligned}$$

b. Pile cap, Tie beam, Pit Lift

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{(0,75 \times 229,49)}{11} = 15,65 \\ \text{Mandor} &= \frac{(0,025 \times 229,49)}{11} = 0,52 \end{aligned}$$

c. Ground Water Tank

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{(0,75 \times 524,61)}{11} = 35,77 \\ \text{Mandor} &= \frac{(0,025 \times 524,61)}{11} = 1,19 \end{aligned}$$

d. Sawage Treatment Plant

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{(0,75 \times 183,53)}{11} = 12,51 \\ \text{Mandor} &= \frac{(0,025 \times 183,53)}{12} = 0,42 \end{aligned}$$

$$\text{Jadi, Pekerja} = 112,98 + 15,65 + 35,77 + 12,51 = 176,92$$

$$\text{Mandor} = 3,77 + 0,52 + 1,19 + 0,42 = 5,9$$

$$\text{Upah Pekerja} = 176,92 \times \text{Rp}47.500 = \text{Rp}8.403.700$$

$$\text{Upah Mandor} = 5,9 \times \text{Rp}70.000 = \text{Rp}413.000$$

$$\begin{aligned} \text{upah percepatan tenaga kerja} &= (\text{Rp}8.403.700 + \text{Rp}413.000) \times 11 \text{ hari} \\ &= \text{Rp}96.983.700 \end{aligned}$$

Jadi Total Biaya Percepatan Tenaga Kerja adalah

$$\begin{aligned} &= \text{Upah Percepatan Tenaga Kerja} + \text{Biaya Material} \\ &= \text{Rp}96.983.700 + \text{Rp}60.075 = \text{Rp}97.043.775 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Slope biaya perhari} &= \frac{(\text{biaya dipercepat} - \text{biaya normal})}{(\text{waktu normal} - \text{waktu dipercepat})} \end{aligned}$$

$$= \frac{(\text{Rp}97.043.775 - \text{Rp}97.041.375)}{(12 - 11)} = \text{Rp}2400$$

$$\text{Slope biaya selama 1 hari} = \text{Rp}2400 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp}2400$$

diperoleh biaya total proyek dengan durasi atau umur proyek yang optimal yakni pada umur proyek 226 hari kerja dengan total biaya proyek yang optimum sebesar Rp8.429.832.759. Dengan persentase efisiensi waktu dan biaya adalah sebagai berikut :

1. Efisiensi waktu proyek

$$240 \text{ HK} - 226 \text{ HK} = 14 \text{ hari}$$

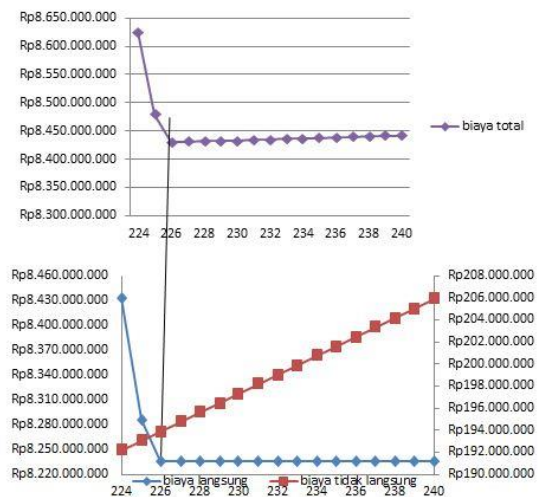
$$\text{Atau } \frac{240 - 226}{226} \times 100\% = 6,19\%$$

3. Efisiensi biaya proyek

$$\text{Rp}8.441.612.433 - \text{Rp}8.429.832.759 = \text{Rp}11.779.674$$

$$\text{Atau } \frac{\text{Rp}8.441.612.433 - \text{Rp}8.429.832.759}{\text{Rp}8.429.832.759} \times 100\% = 0,14\%$$

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



6. KESIMPULAN

Dari data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Hotel Amaris Sagan Yogyakarta dapat disimpulkan bahwa :

1. Waktu dan biaya optimum akibat lembur didapat pada umur proyek 235 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp8.438.038.832 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 5 hari (2,13%) dan

- efisiensi biaya proyek sebesar Rp3.559.695 (0,042%).
2. Waktu dan biaya optimum akibat penambahan tenaga kerja didapat pada umur proyek 226 hari kerja dengan total biaya proyek sebesar Rp8.429.832.759 dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 14 hari (6,19%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp11.779.674 (0,14%).
 3. Pilihan terbaik adalah dengan penambahan tenaga kerja karena menghasilkan efisiensi waktu dan biaya yang paling tinggi dengan efisiensi waktu proyek sebanyak 14 hari (6,19%) dan efisiensi biaya proyek sebesar Rp11.779.674 (0,14%).
 4. Biaya mempercepat durasi proyek (lembur atau penambahan tenaga kerja) lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

DAFTAR PUSTAKA

- Aulia, M Raauf. 2015. *Optimasi Biaya dan Waktu Proyek Konstruksi Dengan Penambahan Jam Kerja dibandingkan Dengan Tenaga Kerja Menggunakan Metode Time Cost Trade Off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Buluatie, Nurhadinata. 2013. *Optimalisasi biaya dan waktu dengan metode time cost trade off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Gorontalo, Gorontalo.
- Frederika, Ariany. 2010. *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi*. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Iramutyn, Ermis Vera. 2010. *Optimasi waktu dan biaya dengan metode crash (Studi Kasus Pada Proyek Pemeliharaan Gedung dan Bangunan Rumah Sakit Orthopedi Prof. Dr. R. Soeharso Surakarta)*. Tugas Akhir, Universitas Negeri Solo, Solo.
- 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.
- Sartika. 2014. *Anailsa Waktu Pelaksanaan Proyek Konstruksi Dengan Variasi Penambahan Jam Kerja (Lembur)*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Siswanto. 2007. *Operations Research*, jilid dua. Jakarta: Erlangga
- Soeharto, Iman. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit : Erlangga, Jakarta.
- Soemardi, Biemo W., dan Kusumawardani, Rani G. 2010. *Studi Praktek Estimasi Biaya Tidak Langsung Pada Proyek Konstruksi*. Konferensi Nasional Teknik Sipil.
- Tanjung, Novia. 2013. *Optimasi waktu dan biaya dengan metode crash pada proyek Pekerjaan Struktur Hotel Lorin Triple Moderate Solo*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.