

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

(Studi Kasus : Pekerjaan Pembangunan RSIA (Rumah Sakit Ibu dan Anak) Mitra Bunda, Jl Jendral Sudirman, Pekalongan, Jateng)

Hendra Kusuma Wijaya², Mandiyo Priyo³, Yoga Apriyanto Harsoyo⁴

INTISARI

Pembangunan fasilitas umum bagi masyarakat dikala pertumbuhan penduduk yang meningkat pesat seperti sekarang sangat dibutuhkan. Fasilitas umum dalam bentuk kesehatan yang salah satunya yaitu Gedung RSIA (Rumah Sakit Ibu dan Anak) Mitra Bunda Pekalongan. Fasilitas tersebut harus mampu menjadi bagian dari kontribusi untuk kesejahteraan masyarakat dalam hal kesehatan khususnya dan kemajuan daerah tersebut pada umumnya. Dalam melaksanakan pembangunan fasilitas umum yang matang dan jaminan yang baik bagi masyarakat, maka dibutuhkan suatu perencanaan proyek yang terukur, baik, dan profesional. Hal tersebut bergantung pada waktu dan biaya yang mampu mempengaruhi keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Tolok ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan.

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) dan penambahan tenaga kerja, sedangkan hasil dari metode Time Cost Trade Off adalah percepatan durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat.

Dari hasil penelitian menunjukkan perubahan biaya dan durasi akibat lembur 1 jam menurun sebesar Rp 165.731.122 dan perubahan durasi menurun 22,67 hari. Lembur 2 jam turun sebesar Rp 207.365.691 dan perubahan durasi menurun 38,89 hari. Lembur 3 jam turun sebesar Rp 211.063.794 dan perubahan durasi menurun 50,81 hari. Sedangkan, perubahan biaya dan durasi akibat penambahan tenaga kerja selama 1 jam menurun sebesar Rp 112.663.260 dan perubahan durasi menurun 22,67 hari. Penambahan tenaga kerja selama 2 jam menurun sebesar Rp 171.251.926 dan perubahan durasi menurun 38,89 hari. Penambahan tenaga kerja selama 3 jam menurun sebesar Rp 197.563.082 dan perubahan durasi menurun 50,81 hari. Sehingga, biaya dan durasi yang optimal akan terjadi jika dilakukan penambahan jam lembur selama 3 jam, dibandingkan menambah tenaga kerja. Yaitu dengan biaya optimal proyek menjadi Rp 12.474.284.290 dan durasi optimal proyek selama 69,19 hari.

Kata kunci : *Microsoft Project, Time Cost Trade Off, Penambahan Jam Kerja, Penambahan Tenaga Kerja.*

¹Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

²Mahasiswa jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
NIM: 20130110183, e-mail : wijayahendrakusuma@gmail.com

³Dosen Pembimbing I
⁴Dosen Pembimbing II

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pelaksanaan proyek konstruksi merupakan rangkaian dari kegiatan yang saling bergantung antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lainnya. 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.

Ada tiga faktor yang mempengaruhi keberhasilan dan kegagalan suatu proyek yaitu waktu, biaya dan mutu. Tolok ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Pengelolaan proyek secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan, dan juga menghindarkan adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek.

Dalam penelitian ini akan dianalisis percepatan waktu proyek pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung RSIA (Rumah Sakit Ibu dan Anak) Mitra Bunda Pekalongan dengan metode penambahan jam kerja (lembur) yang bervariasi dari 1 jam lembur sampai 3 jam lembur dengan menggunakan program *Microsoft Project 2010*, selanjutnya dihitung perubahan biaya proyek setelah dilakukan lembur dan penambahan tenaga kerja, dan perubahan biaya tersebut dibandingkan dengan biaya denda.

1.2 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 optimal dan durasi optimal akibat penambahan jam kerja (lembur) dan akibat penambahan tenaga kerja?

1.3 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. Membandingkan biaya dan durasi optimal akibat penambahan jam kerja (lembur), dan biaya akibat penambahan tenaga kerja.

1.4 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 pengoprasian *Microsoft Project* dalam manajemen proyek.

1.5 Batasan Masalah

1. Pengambilan data berasal dari Proyek Pembangunan Gedung Pusat Pelayanan Jantung Terpadu (PPJT) Dr. Soetomo, Surabaya.
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 mulai 08.00-17.00 WIB dengan waktu istirahat pada 12.00-13.00 WIB dan maksimum jam lembur yang diperkenankan adalah 3 jam perhari mulai dari jam 17.00-20.00.
4. Perhitungan waktu dan biaya dengan metode *crash duration* menggunakan alternatif 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* pada bagian struktur saja.

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.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Novitasari (2014), menyebutkan 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 (2014, dalam Novitasari) menyatakan 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 tenaga kerja, penjadwalan lembur, penggunaan alat berat, dan perubahan metode konstruksi di lapangan.

3. LANDASAN TEORI

3.1 Manajemen Proyek

Manajemen proyek konstruksi adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Soeharto,1999).

Menurut Soeharto (1999), Tujuan dari proses manajemen proyek adalah sebagai berikut :

- a. Agar semua rangkaian kegiatan tersebut tepat waktu, dalam hal ini tidak terjadi keterlambatan penyelesaian suatu proyek;
- b. Biaya yang sesuai, maksudnya agar tidak ada biaya tambahan lagi di luar dari perencanaan biaya yang telah direncanakan;
- c. Kualitas sesuai dengan persyaratan;
- d. Proses kegiatan sesuai persyaratan.

3.2 Network Planning

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.

3.3 Biaya Total Proyek

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 kumulatif biaya tidak langsung yang diperlukan. Sedangkan biaya optimal didapat dengan mencari total biaya proyek yang terkendali.

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

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.

Cara yang dapat digunakan untuk melaksanakan percepatan penyelesaian waktu proyek tersebut antara lain :

1. Penambahan jumlah jam kerja (kerja lembur).
2. Penambahan tenaga kerja
3. Pergantian atau penambahan peralatan
4. Pemilihan sumber daya manusia yang berkualitas
5. 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.

3.5 Produktivitas Pekerja

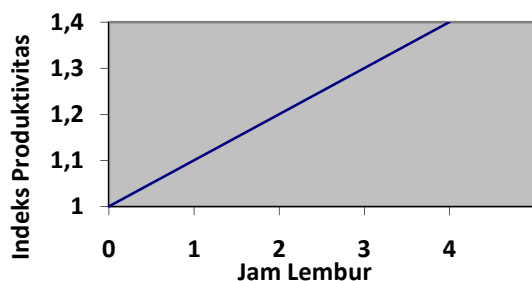
Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Didalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi; yang dapat dipisahkan menjadi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

3.6 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 8 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 17.00 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. Indikasi penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (Sumber: Soeharto, 1997).

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

1. Produktivitas harian

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

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

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

Dengan:

a = lama penambahan jam kerja (lembur)
 b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)
 Nilai koefisien penurunan produktivitas tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

$$4. \quad Crash\ duration = \frac{Volume}{Produktivitas\ harian\ sesudah\ crash}$$

Tabel 1. Koefisien Penurunan Produktivitas

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

3.7 Biaya Tambahan Pekerja (Crash Cost)

Penambahan waktu kerja akan menambah besar biaya untuk tenaga kerja dari biaya normal tenaga kerja. Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 bahwa upah penambahan kerja bervariasi. Pada penambahan waktu kerja satu jam pertama, pekerja mendapatkan tambahan upah 1,5 kali upah perjam waktu normal dan pada penambahan jam kerja berikutnya maka pekerja akan mendapatkan 2 kali upah perjam waktu normal.

Perhitungan untuk biaya tambahan pekerja dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

1. Normal ongkos pekerja perhari

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

$$= Produktivitas\ perjam \times Harga\ satuan\ upah\ pekerja$$
3. Biaya lembur pekerja

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

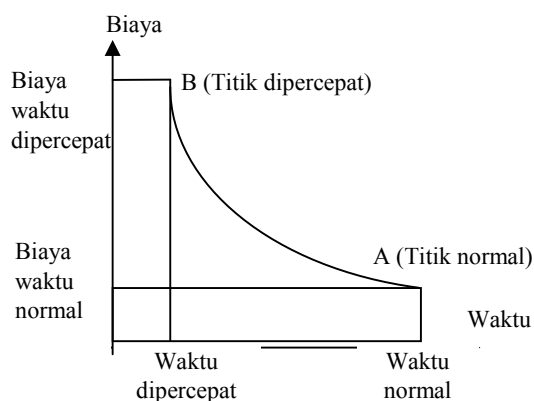
Dengan:
 n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)
4. *Crash cost* pekerja perhari

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

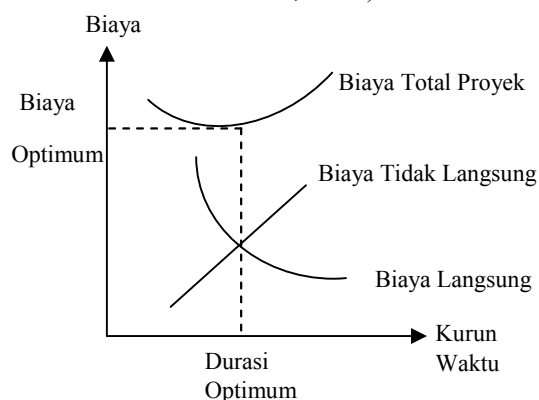
$$= \frac{Crash\ cost - Normal\ cost}{Durasi\ normal - Durasi\ crash}$$

3.8 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. Hubungan waktu-biaya normal dan dipercepat untuk suatu kegiatan (Sumber: Soeharto, 1997)



Gambar 3. Hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung (Sumber : Soeharto, 1997).

3.9 Biaya Denda

Keterlambatan penyelesaian proyek akan menyebabkan kontaktor terkena sanksi berupa denda yang telah disepakati dalam dokumen kontrak. Besarnya biaya denda umumnya dihitung sebagai berikut:

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

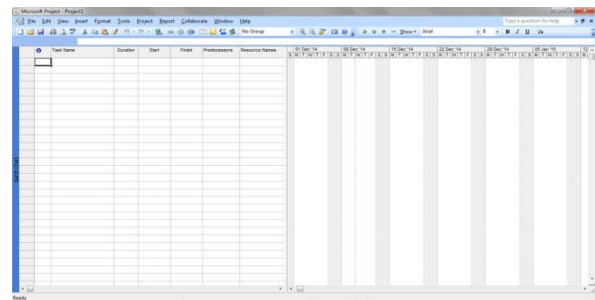
Dengan:

Denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1 permil dari nilai kontrak.

3.10 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*.

4. METODE PENELITIAN

4.1 Lokasi Penelitian

Obyek penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung RSIA (Rumah Sakit Ibu dan Anak) Mitra Bunda Pekalongan

4.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi waktu dan

biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimalan waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variabel biaya.

1. Variabel Waktu

Data yang mempengaruhi variabel waktu diperoleh dari kontraktor PT. C. Data yang dibutuhkan untuk variabel waktu adalah :

- a. Data *cumulative progress* (kurva-S), meliputi :
 - 1) Jenis kegiatan
 - 2) Prosentase kegiatan
 - 3) Durasi kegiatan
- b. Rekapitulasi perhitungan biaya proyek.

2. Variabel biaya

Semua data-data yang mempengaruhi variabel biaya diperoleh dari kontraktor PT. C. Data-data yang diperlukan dalam variabel biaya antara lain :

- a. Daftar rencana anggaran biaya (RAB) penawaran, meliputi :
 - 1) Jumlah biaya normal
 - 2) Durasi normal
- b. Daftar-daftar harga bahan dan upah.
- c. Analisis harga satuan.

Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan, meliputi :

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

4.3 Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan bantuan program *Microsoft Project 2010*, *Metode Time Cost Trade Off* dan *Microsoft Excel 2007*. Dengan menginputkan data yang terkait untuk dianalisis kedalam program *Microsoft Project 2010*, maka nantinya akan dikalkulasi secara otomatis sesuai dengan rumus-rumus kalkulasi yang telah dibuat oleh program ini. Dan hasil penginputan data adalah lintasan kritis.

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

Kenaikan biaya ini disebabkan karena penambahan jam lembur dan tenaga kerja.

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

4.4 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 :

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.

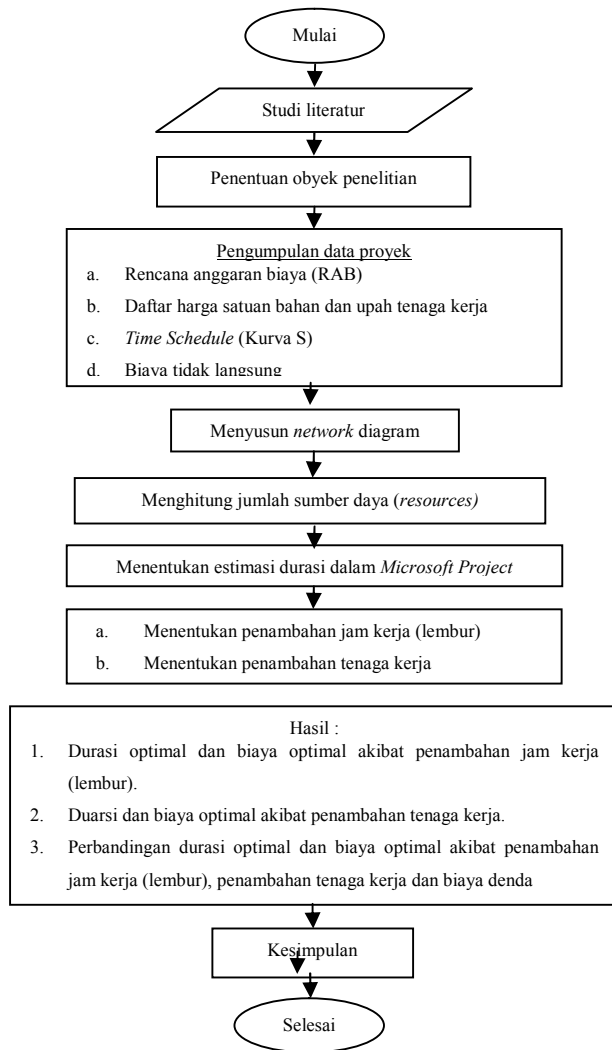
2. Pengumpulan Data

Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan.

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

4. Kesimpulan

Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.



Gambar 5. Bagan alir penelitian

5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Data Umum Proyek

Adapun gambaran umum dari Proyek Gedung RSIA (Rumah Sakit Ibu dan Anak) Mitra Bunda Pekalongan ini adalah sebagai berikut:

1. Pemilik Proyek : A
2. Konsultan Supervisi : PT. B
3. Kontraktor : PT. C
4. Anggaran : Rp 12.685.348.084
5. Waktu pelaksanaan : 120 Hari kerja
6. Pekerjaan dimulai : 1 Agustus 2015
7. Pekerjaan selesai : 30 Januari 2016

5.2 Daftar Kegiatan – kegiatan Kritis

Berdasarkan hasil analisis *Microsoft Project* untuk penjadwalan proyek tersebut diperoleh kegiatan kritis. Daftar kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2 Daftar Kegiatan – Kegiatan Kritis

No. Task	Task Name	Durasi
	RSIA MITRA BUNDA	
3	Pekerjaan Galian Tanah Basement kedalaman 3 m	60
10	Pekerjaan mobdemob alat bor pile	5
11	Pengeboran sudah termasuk bentonit Diameter = 60 cm Kedalaman 10 m'	20
12	Pekerjaan pembesian bor pile 10 D 19 dan begel P10-15	20
13	Perkerjaan beton borpile K-300	15
32	Pembesian Pilecap K-350 P4 K-350	20
121	Pembesian balok lantai 4	10
122	Bekisting balok lantai 4	10
123	Pembetonan balok lantai 4	4
131	Waterstop	60

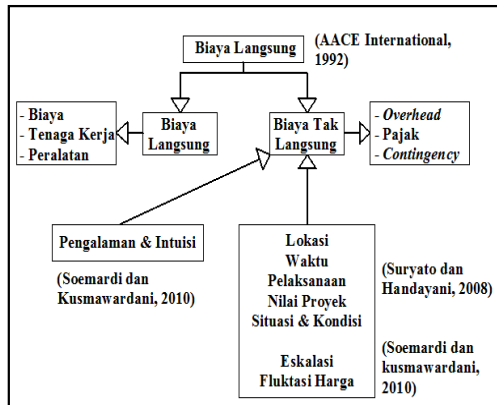
Data diatas merupakan kegiatan – kegiatan yang akan dilakukan percepatan. Beberapa alasan pemilihan item kegiatan yang ada dalam kegiatan kritis tersebut adalah :

1. Kegiatan kritis yang terpilih tersebut memiliki *resource work* atau yang memiliki pekerja sehingga bisa dipercepat dengan mengolah *resource work*.
2. Pada kegiatan kritis tersebut dapat dilakukan percepatan dengan penambahan jam lembur atau dengan penambahan jumlah tenaga kerja.
3. Apabila mempercepat kegiatan kritis dapat mempercepat durasi proyek secara keseluruhan.

5.3 Biaya Langsung dan Tidak Langsung

Biaya-biaya dalam suatu proyek terdiri dari biaya langsung dan biaya tidak langsung.

Biaya langsung (*direct cost*) adalah biaya untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek. Penentuan biaya tidak langsung berdasarkan hasil dari Pemodelan Biaya Tak Langsung Proyek Kontruksi di PT Wijaya Karya pada Proyek Kontruksi di Provinsi Kalimantan Timur Oleh Odik Fajrin Jayadewa



Gambar 5.1 Skema Model hubungan biaya tidak langsung.

Model Regresi Non Linear dengan menggunakan Algoritma Genetika dengan persamaan :

$$Y = -0,95 - 4,888(\ln(x_1 - 0,21) - \ln(x_2)) + \epsilon$$

Dengan ;

x_1 = Nilai Proyek (Miliar)

x_2 = Durasi Pelaksanaan Proyek

(Hari)

Perhitungan :

$$Y = -0,95 - 4,888(\ln(12,685 - 0,21) - \ln(120)) + \epsilon = 10,115 \%$$

Berdasarkan grafik diatas pada proyek pembangunan Gedung dengan nilai total proyek sebesar Rp 12.685.348.084 didapatkan presentase untuk biaya tidak langsung sebesar 10,115 % dari nilai total proyek tersebut secara detail hitungan seperti contoh dibawah berikut ini :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung} &= 10,115 \% \times \text{Rp } 12.685.348.084 \\ &= \text{Rp } 1.283.122.959 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Tidak Langsung / hari} &= \\ \frac{\text{Biaya Tidak Langsung}}{\text{Durasi Normal Proyek}} &= \frac{\text{Rp } 1.283.122.959}{120 \text{ hari}} \\ &= \text{Rp } 10.692.691 / \text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Langsung} &= \text{Biaya Total Rencana} - \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp } 12.685.348.084 - \text{Rp } 1.283.122.959 \\ &= \text{Rp } 11.402.225.125 \end{aligned}$$

5.4 Penerapan Metode Time Cost Trade Off

Dalam perencanaan penambahan jam kerja lembur memakai 7 jam kerja normal dan 1 jam istirahat (08.00-16.00), sedangkan kerja lembur dilakukan setelah waktu kerja normal (16.00-20.00). 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 4 (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:

5.4 Penerapan Metode Time Cost Trade Off

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 :

1. Penambahan Jam Lembur

Durasi yang bisa di *crash* berdasarkan penambahan 1 jam lembur :

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= \frac{(\text{Prod. Perjam} \times \text{Jam kerja}) + (\sum \text{Jam lembur} \times \text{Penurunan Prod.} \times \text{Prod. Perjam})}{(\text{Volume})} \\ &= 40 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi normal} &= 4 \text{ hari} \\ \text{Durasi normal (jam)} &= 4 \times 7 \\ &= 28 \text{ jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas jam normal} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal (jam)}} \\ &= \frac{40}{28} \\ &= 1,428571 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maksimal crashing} &= \\ &= \frac{40}{(1,428571 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 1,428571)} \\ &= 3,544304 \text{ Hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Maka maksimal crashing} &= 4 \text{ hari} - \\ &= 3,544304 \text{ hari} \\ &= 0,455696 \text{ hari} \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Biaya Lembur:

Untuk *Resource Name*: Pekerja

Biaya per hari : Rp 50.000

Jam kerja per hari : 7 jam/hari

Biaya lembur per hari:

Lembur 1 jam = Rp 7.143 × 1,5 = Rp 10.714

$$\begin{aligned} \text{Lembur 1 jam} &= \frac{10.714}{1 \text{ jam/hari}} \\ &= \text{Rp } 10.714 \end{aligned}$$

Jam Kerja Perhari	Tenaga Kerja	Upah Perhari	Upah lembur	Upah 1 Jam Lembur
7	Pekerja	Rp 50.000	Rp10.714	Rp10.714
7	Mandor	Rp 85.000	Rp18.214	Rp18.214
7	Tukang Batu	Rp 65.000	Rp13.929	Rp13.929
7	Kepala Tukang Batu	Rp 75.000	Rp16.071	Rp16.071
7	Tukang Besi	Rp 65.000	Rp13.929	Rp13.929
7	Kepala Tukang Besi	Rp 75.000	Rp16.071	Rp16.071
7	Tukang Kayu	Rp 65.000	Rp13.929	Rp13.929
7	Kepala Tukang Kayu	Rp 75.000	Rp16.071	Rp16.071
7	alat	Rp 10.000	Rp2.143	Rp2.143
7	Tukang Gali Tanah	Rp 65.000	Rp13.929	Rp13.929

Tabel 4 Upah Pekerja

Perhitungan Manual Penambahan 1 Jam Lembur (Pembetonan Balok Lantai 4)

Jumlah Tenaga Kerja × Biaya Lembur 1 Jam :

$$\text{Pekerja} = 21 \times \text{Rp}10.714$$

$$= \text{Rp}225.000$$

$$\text{Tukang Batu} = 0,35 \times \text{Rp}13.929$$

$$= \text{Rp}48.750$$

$$\text{Kepala Tukang Batu} = 0,035 \times \text{Rp}16.071$$

$$= \text{Rp}5.625$$

$$\text{Mandor} = 0,105 \times \text{Rp}18.214$$

$$= \text{Rp}19.125$$

Jumlah Biaya Lembur Tenaga Per Hari :

(1 Hari) = Jumlah Biaya Tenaga Per Hari +
Jumlah Biaya Lembur 1 Jam

$$= \text{Rp}1.393.000 + (\text{Rp}225.000 + \text{Rp}48.750 + \text{Rp}5.625 + \text{Rp}19.125)$$

$$= \text{Rp}1.691.500$$

Jumlah Total Biaya Lembur Tenaga :

$$(3,544304 \text{ Hari}) = \text{Rp}1.691.500 \times 3,544304$$

$$= \text{Rp}5.995.190$$

Jumlah Total Biaya Lembur Pada Pekerjaan Pembetonan Balok Lantai 4:

= Jumlah Total Biaya Material + Jumlah Total Biaya Lembur Tenaga

$$= \text{Rp}29.931.873 + \text{Rp}5.995.190$$

$$= \text{Rp}35.927.063$$

Kode.	Jenis Pekerjaan	Durasi		Biaya	
		Norma 1 (Hari)	Lembur 1 Jam (Hari)	Normal	Lembur 1 Jam
	RSIA MITRA BUNDA	120	97,33	Rp12.685.348.084	Rp12.762.090.216
PGTB	Pekerjaan Galim Tanah Basement kedalaman 3 m	60	53,16	Rp343.117.720	Rp369.177.294
PBB	Pekerjaan pembesian bor pile 10D 19 dan begel P10-150	20	17,72	Rp668.932.696	Rp694.449.694
PBBK300	Perkerjaan beton borpile K-300	15	13,29	Rp286.118.623	Rp289.031.578
PPP4	Pembesian Pilecap K-350 P4 K-352	20	17,72	Rp412.822.400	Rp428.569.856
PBL4	Pembesian balok lantai 4	10	8,86	Rp106.500.000	Rp110.562.532
BBL4	Bekisting balok lantai 4	10	8,86	Rp82.560.000	Rp84.243.038
PBL4	Pembetonan balok lantai 4	4	3,54	Rp35.503.873	Rp35.927.063
W	Waterstop	60	53,16	Rp19.104.690	Rp19.380.612

Contoh perhitungan Slope pada pekerjaan Bekisting Kolom Lantai Basement dengan 1 jam lembur :

$$\text{Cost variance} = \text{Rp } 423.190$$

$$\text{Duration variance} = 0,46 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Slope} &= \frac{\text{Cost Variance}}{\text{Duration Variance}} \\ &= \frac{\text{Rp } 423.190}{0,46} \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 928.667$$

2. Perhitungan Biaya Langsung dan Tidak Langsung pada Penambahan Jam Lembur

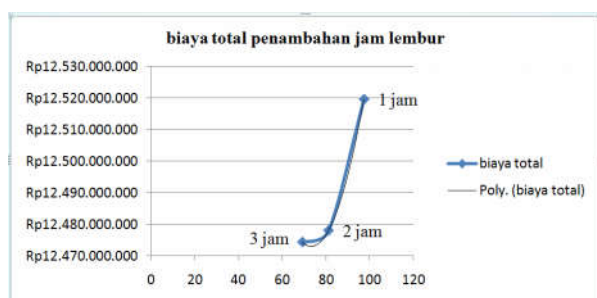
Pekerjaan Pembetonan Balok Lantai 4
 Kondisi Lembur 1 jam = Biaya Langsung
 Waterstop + Selisih Biaya
 Biaya langsung = Rp11.402.501.048 +
 Rp 423.190
 = Rp11.402.924.238

Biaya tidak langsung = (Biaya Tak Langsung
 Waterstop/Durasi Waterstop) × Durasi
 Pembetonan Lt. 4
 = (Rp1.210.033.676 / 113,16) × 112,71
 = Rp1.205.161.057

Biaya Total = Rp11.402.924.238 +
 Rp1.205.161.057
 = Rp12.608.085.296

Tabel 5 perbandingan antara biaya total dengan variasi penambahan jam lembur

No.	Lembur (Jam)	Durasi Percepatan	Biaya Total
1	1	97,33	Rp12.519.616.962
2	2	81,11	Rp12.477.982.393
3	3	69,19	Rp12.474.284.290



Gambar 5.11 Grafik Perbandingan Biaya Total Proyek dan Durasi Percepatan Akibat Penambahan Jam Lembur

Dari grafik biaya total proyek pada penambahan 1 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp 12.519.616.962 dengan durasi percepatan sebesar 97,33 hari sedangkan penambahan 2 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp 12.477.982.393 dengan durasi percepatan sebesar 81,11 hari dan untuk penambahan 3 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp 12.474.284.290 dengan durasi percepatan sebesar 69,19 hari. Dari ketiga nya penambahan jumlah lembur 3 jam adalah yang paling efektif dari segi durasi percepatan dan penambahan lembur 3 jam lebih efektif dari segi

biayanya.

3. 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 Pembetonan Balok LT 4 LT.1 dibawah ini :

4. Penambahan Tenaga Kerja

Perhitungan penambahan tenaga kerja berdasarkan durasi normal :

Volume = 40 M³
 Durasi normal = 4 hari
 Kapasitas tenaga kerja per 1m³ adalah :
 Pekerja = 2,1 Oh @ Rp. 50.000
 Tukang Batu = 0,35 Oh. @ Rp. 65.000
 Kepala Tukang Batu= 0,035 Oh. @ Rp. 75.000
 Mandor = 0,105 Oh @ Rp. 85.000

Dengan :

Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari :

Jumlah tenaga kerja=
 (Koefisien tenaga kerja × volume)

Durasi Normal
 Pekerja = (Koef. × Volume)/Durasi
 = (2,1 × 40)/(4 × 7)
 = 3

Upah Pekerja= 3 × Rp 50.000
 = Rp 150.000

Tukang Batu= (Koef. × Volume)/Durasi
 = (0,35 × 40)/(4 × 7)
 = 0,5

Upah Tukang Batu= 0,5 × Rp 65.000
 = Rp 32.500

Kepala Tukang Batu = (Koef. × Volume)/Durasi

= (0,035 × 40)/(4 × 7)
 = 0,05

Upah Tukang Batu = 0,05 × Rp 75.000
 = Rp 3.750

Mandor = (Koef. × Volume)/Durasi
 = (0,105 × 40)/(4 × 7)
 = 0,15

Upah Mandor= 0,15 × Rp 85.000
 = Rp 12.750

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (4 hari) adalah : (Rp 150.000 + Rp 32.500 + Rp 3.750 + Rp 12.750) 7 × 4 hari = Rp 35.503.873

Untuk penambahan Tenaga kerja 1

Volume = 40 m²
 Durasi normal = 4 hari
 Durasi *Crashing* = 0,455696203 hari
 Durasi Percepatan = 3,544304 hari
 Kapasitas tenaga kerja per 1m³ adalah :
 Pekerja = 2,1 Oh @ Rp. 50.000
 Tukang Batu = 0,35 Oh. @ Rp. 65.000
 Kepala Tukang Batu = 0,035 Oh. @ Rp. 75.000
 Mandor = 0,105 Oh @ Rp. 85.000

Dengan :

Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari :

Jumlah tenaga kerja =
 (Koefisien tenaga kerja × volume)

Durasi Normal
 Pekerja = (Koef. × Volume) / Durasi
 = (2,1 × 40) / (3,544304 × 7)
 = 3,39
 Upah Pekerja = 3,39 × Rp 50.000
 = Rp 169.500
 Tukang Batu = (Koef. × Volume) / Durasi
 = (0,35 × 40) / (3,544304 × 7)
 = 0,57

Upah Tukang Batu = 0,57 × Rp 65.000
 = Rp 37.050

Kep Tukang Batu = (Koef. × Volume) / Durasi
 = (0,035 × 40) / (3,544304 × 7)
 = 0,06

Upah Tukang Batu = 0,06 × Rp 75.000
 = Rp 4.500

Mandor = (Koef. × Volume) / Durasi
 = (0,105 × 40) / (3,544304 × 7)
 = 0,17

Upah Mandor = 0,17 × Rp 85.000
 = Rp 14.450

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (hari) adalah : (Rp 169.500 + Rp 37.050 + Rp 4.500 + Rp 14.450) 7 × 3,544304 hari = Rp 36.245.873

5. Perhitungan Biaya Langsung dan Tidak Langsung pada Penambahan Tenaga Kerja 1

Pada pembebanan balok lantai 4 :

Kondisi Tenaga kerja 1

Biaya langsung = Biaya Langsung Waterstop + Selisih Biaya
 = Rp 11.402.399.403 + Rp 742.000
 = Rp 11.403.141.403

Biaya tidak langsung = (Biaya tak langsung waterstop / Durasi waterstop) × Durasi pemb. balok lt. 4
 = (Rp 1.210.033.676 / 113,16) 112,71

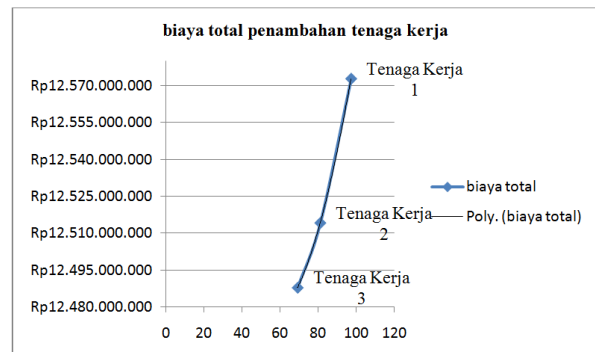
= Rp 1.205.161.057

Biaya Total = Rp 11.403.141.403 + Rp 1.205.161.057

= Rp 12.608.302.460

Tabel 9 Tabel perbandingan antara biaya total dengan tenaga kerja

No.	Lembur (Jam)	Durasi Percepatan	Biaya Total
1	1	97,33	Rp12.572.684.825
2	2	81,11	Rp12.514.096.158
3	3	69,19	Rp12.487.785.003



Gambar 8 Perbandingan Biaya Total Proyek dan durasi percepatan akibat penambahan Tenaga Kerja

Berdasarkan dari tabel 5.30-5.32 diperoleh biaya total proyek dan durasi *crashing* yang dipercepat pada penambahan tenaga kerja 1 menjadi 97,33 hari dengan biaya total sebesar Rp 12.572.684.825 sedangkan untuk penambahan tenaga kerja 2 diperoleh biaya total proyek sebesar Rp 12.514.096.158 dan durasi *crashing* yang dipercepat menjadi 81,11 hari dan untuk penambahan tenaga kerja 3 diperoleh biaya total proyek sebesar Rp 12.487.785.003 dan durasi *crashing* yang dipercepat menjadi 69,19 hari. Pada setiap penambahan tenaga kerja biaya total proyek menjadi berkurang ini karena saat penambahan di *Microsoft Project* sesuai *resource* ada pekerjaan yang tidak menjadi kritis karena pada pekerjaan awal pelaksanaan yang dipercepat dengan *crashing* pekerjaannya menjadi lebih cepat karena tidak mempengaruhi durasi *crashing* pada pekerjaan item pokok yang lain.

6. KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan RSIA (Rumah Sakit Ibu dan Anak) Pekalongan, Jateng, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu dan Biaya total proyek pada kondisi normal sebesar 120 hari dengan biaya Rp 12.685.348.084, setelah penambahan 1 jam kerja lembur didapatkan durasi crashing 97,33 hari dan dengan biaya sebesar Rp12.519.616.962, untuk penambahan 2 jam kerja lembur didapatkan durasi crashing 81,11 hari dan biaya sebesar Rp 12.477.982.393 dan untuk penambahan 3 jam kerja lembur didapatkan durasi crashing 69,19 hari dengan biaya Rp 12.474.284.290
2. Pada penambahan Lembur 1 jam dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja 1 pada durasi ke 97,33 hari penambahan jam lembur lebih efektif di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja akan tetapi pada durasi selanjutnya penambahan jam lembur lebih efektif karena dengan durasi yang sama biaya lebih murah di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja. Pada penambahan jam lembur 2 jam jika di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja 2 yang lebih efektif adalah dengan menambah jam lembur karena dari segi durasi dan biaya lebih cepat dan murah. Dan pada penambahan jam lembur 3 jam jika di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja 3 yang lebih efektif juga dengan menambah jam lembur di bandingkan dengan menambah tenaga kerja jika di lihat dari durasi dan biaya nya.
3. Biaya mempercepat durasi proyek pada penambahan jam lembur atau penambahan tenaga kerja lebih murah dibandingkan dengan biaya yang harus dikeluarkan apabila proyek mengalami keterlambatan dan dikenakan denda.

6.2 Saran

1. Pembuatan hubungan antar pekerjaan dalam *Microsoft Project* hendaknya berdasarkan metode konstruksi proyek dan dilakukan secara cermat dan teliti agar diperoleh hasil analisis yang akurat.
2. Melakukan pengecekan ulang terhadap durasi secara berkala setiap melakukan perubahan data.
3. Pada penelitian ini, hendaknya mengetahui bagaimana keadaan dilapangan secara langsung agar pembuatan hubungan antar pekerjaan

dalam *Microsoft Project* agar lebih akurat.

4. Membuat validitas data dengan *Microsoft Excel* kemudian membandingkan dengan *Microsoft Project* agar data lebih akurat.
5. Data yang lengkap agar bisa mengetahui perbandingan yang akurat dari hasil program *Microsoft Project*.
6. Penelitian selanjutnya dapat menganalisis durasi dan biaya optimum yang dapat dilakukan proyek tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Frederika, Ariany. 2010. Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Kareth, Michael. 2012. Analisis Optimalisasi Waktu dan Biaya dengan Program Primavera 6.0. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- 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. Analisa 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.