

Studi Optimasi Waktu dan Biaya dengan Metode TCTO pada Proyek Konstruksi : Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung *Radiotherapy Center* RSUP Dr. Kariyadi Semarang, Jawa Tengah¹

(Optimization Study Of Time and Cost with Time Cost Trade Off Method on Construction Project : Case Study Radiotherapy Building RSUP Dr. Kariyadi Construction Project)

Bella Lutfiani Al Zakina², Mandiyo Priyo³, Yoga Apriyanto Harsoyo⁴

Time and cost are very influential to the success and failure of a project. The measurement of project can be seen by the short time arrangement and minimum cost without denying the quality of project result. Systematically project management is very needed to make sure the time of project realization appropriate with the contract or it can be done faster so the cost will be able to be pressed. Moreover it is also to avoid paying the fine caused by the project lateness. The purpose of this research is to calculate the cost change and time project arrangement by adding work time variation and employed increment, then compare the result between fine cost and cost changing after the overtime and employee increment. Data in this research is secondary data from implementer contractor. Data analysis is used Microsoft Project 2010 program and time cost trade off method. The result from Microsoft Project 2010 program is critical path and result from time cost trade off method is duration velocity and increment cost in every activity that fasten. The result of this research indicated that (1) Time and cost of projects under normal condition with 133 days of work with total cost of project Rp 83,032,382,89, additional 1 hours overtime obtained duration of crashing is 94,71 days with total cost of project Rp 82,947,373,067.31, additional 2 hours overtime obtained duration of crashing is 67,38 days with total cost of project Rp 83,168,115,995.19, additional 3 hours overtime obtained duration of crashing is 47,29 days with total cost of project Rp 83,409,701,052.47. (2) The addition of employee increment 1 hour 94,71 days with total cost of project Rp 82,705,433,643.97, addition of employee increment 2 hour 67,38 days with total cost of project Rp 82,473,216,664.49, and addition of employee increment 3 hour 47,29 days with total cost of project Rp 82,301,328,029.18 (3) The best choice is with adding employee increment, because it produces time and cost efficiency highest with time efficiency project.. (4) Cost expedite duration project (adding overtime or employee increment) cheaper than the cost that should be paid if the project failed and have to pay the fine.

Key words: Microsoft Project 2010, Duration Acceleration, Time Cost Trade Off, Time, Cost

¹ Disampaikan pada Seminar Tugas Akhir

² Mahasiswa Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

³ Dosen Pembimbing 1

⁴ Dosen Pembimbing 2

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Waktu dan biaya sangat berpengaruh terhadap keberhasilan dan kegagalan suatu proyek. Tolak ukur keberhasilan proyek biasanya dilihat dari waktu penyelesaian yang singkat dengan biaya yang minimal tanpa meninggalkan mutu hasil pekerjaan. Pengelolaan proyek secara sistematis diperlukan untuk memastikan waktu pelaksanaan proyek sesuai dengan kontrak atau bahkan lebih cepat sehingga biaya yang dikeluarkan bisa memberikan keuntungan. Dan juga menghindarkan dari adanya denda akibat keterlambatan penyelesaian proyek. Pada perencanaan proyek konstruksi, waktu dan biaya yang dioptimalkan sangat penting untuk diketahui. Dari waktu dan biaya yang optimal maka pelaksana proyek biasa mendapatkan keuntungan yang maksimal. Untuk bisa mendapatkan hal tersebut maka yang harus dilakukan dalam optimasi waktu dan biaya adalah membuat jaringan kerja proyek (*network*), mencari kegiatan-kegiatan yang kritis dan menghitung durasi proyek serta mengetahui jumlah sumber daya (*resources*). Penelitian ini membahas optimalisasi waktu proyek dan biaya proyek pada pelaksanaan Proyek Pembangunan Gedung Radioterapi *center* dengan metode penambahan jam kerja (lembur) dan metode penambahan tenaga kerja.

Rumusan Masalah

Penelitian ini diharapkan dapat memiliki suatu kejelasan dalam pengerjaannya, sehingga dibuat rumusan masalah antara lain:

1. Berapakah besarnya perubahan waktu dan biaya pelaksanaan proyek antara sebelum dan sesudah penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja?
2. Berapa selisih perbandingan biaya denda dengan perubahan biaya sebelum dan sesudah penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja?

Tujuan Penelitian

Adapun maksud dan tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menghitung perubahan biaya dan waktu pelaksanaan proyek dengan variasi penambahan

jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

2. Membandingkan antara biaya denda dengan perubahan biaya sebelum dan sesudah penambahan tenaga kerja (lembur) serta penambahan tenaga kerja.

Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai bahan pertimbangan dan masukan bagi perusahaan dalam mengambil keputusan yang berkaitan dengan kebijaksanaan pelaksanaan proyek.
2. Sebagai bahan acuan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya dalam ilmu manajemen operasional dan dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang.
3. Memperdalam ilmu tentang manajemen, khususnya TCTO (*Time Cost Trade Off*)
4. Memberikan gambaran dan tambahan pengetahuan tentang penggunaan *Microsoft Project* dalam suatu proyek.

Batasan Masalah

Dibuat batasan-batasan masalah guna membatasi ruang lingkup penelitian, antara lain:

1. Pengambilan data berasal dari Proyek Pembangunan Gedung Radioterapy Center RSUP Dr. Kariyadi Semarang, Jateng. Perhitungan optimasi hanya meninjau pekerjaan gedung termasuk pekerjaan pemeliharaan gedung sehingga didapat durasi pekerjaan selama 133 hari waktu kalender.
2. Hari kerja yang berlangsung dalam pelaksanaan proyek adalah Senin-Minggu, dengan jam kerja berkisar 08.00-16.00 WIB dengan waktu istirahat pada 12.00-13.00 WIB dan maksimum jam lembur yang diperkenankan selama 4 jam dari jam 17.00-21.00.
3. Pengoptimasian waktu dan biaya dengan metode penambahan jam kerja (lembur) menggunakan program *Microsoft Project* 2010.
4. Perhitungan analisa percepatan waktu proyek pada penelitian ini menggunakan alternatif yaitu

variasi penambahan jam kerja (lembur) dan menambah jumlah sumber daya / tenaga kerja (*Resources*) untuk mengetahui perubahan waktu dan biaya.

5. Perhitungan biaya denda menggunakan alternatif besarnya perubahan durasi proyek sesudah dilakukan kompresi akibat penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja dikalikan dengan 1% biaya total proyek.

TINJAUAN PUSTAKA

Novitasari (2014) menyebutkan bahwa mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha menyelesaikan proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Ada kalanya jadwal proyek harus dipercepat dengan berbagai pertimbangan dari pemilik proyek. Proses mempercepat kurun waktu tersebut disebut *crash program*. Frederika (2010) menyatakan bahwa durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimumkan untuk melaksanakan percepatan suatu aktivitas, yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan lembur, penggunaan alat berat, dan pengubahan metode konstruksi di lapangan.

LANDASAN TEORI

Manajemen Proyek

Menurut Kerzner dalam Soeharto (1999), manajemen proyek didefinisikan sebagai : *“Project management is the planning, organizing, directing, and controlling of company resources for a relatively short term objective that has been establish to complete specific goals and objectives. Furthermore, project management utilizes the systems approach to management by having functional personnel (the vertical hierarchy) assigned to a spesific project (the horizontal hierarchy)”*. Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisasi, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Lebih jauh, manajemen proyek menggunakan pendekatan sistem dan hirarki (arus kegiatan) vertikal dan horizontal.

Sedangkan menurut Clelland (1997) berpendapat bahwa manajemen proyek adalah *“Project is a combination of human and non human resources pulled together in a “temporary” organization to achieve a specific purpose”*. Proyek merupakan kombinasi dari sumber daya manusia dan non manusia secara bersama-sama dalam sebuah organisasi “sementara” untuk mencapai tujuan tertentu.

Sehingga dari definisi tersebut terlihat bahwa konsep manajemen proyek yaitu merencanakan, mengorganisasi, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan yang berupa manusia dan material serta mempunyai hierarki (arus kegiatan) horizontal disamping hierarki vertikal.

Menurut Soeharto (1999), Adapun 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.

Menurut Siswanto (dikutip oleh Novitasari, 2014) 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:

- a. Penyusunan jadwal (*scheduling*), anggaran (*budgeting*), kebutuhan sumber daya manusia (*manpower planning*), dan sumber organisasi yang lain;
- b. Proses pengendalian (*controlling*).

Network planning

Network planning pada prinsipnya adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan (variabel) yang digambarkan / divisualisasikan dalam diagram network (Badri, 1997 : 13). Dengan demikian diketahui bagian-bagian pekerjaan mana yang harus didahulukan, bila perlu dilembur (tambah biaya), pekerjaan mana yang menunggu selesainya pekerjaan yang lain, pekerjaan mana yang tidak perlu tergesa-gesa sehingga alat dan tenaga dapat digeser ke tempat lain demi efesiensi.

Sedangkan menurut Soetomo Kajatmo (1977: 26) adalah *Network planning* merupakan sebuah alat manajemen yang memungkinkan dapat lebih luas dan lengkapnya perencanaan dan pengawasan suatu proyek. Adapun definisi proyek itu sendiri adalah suatu rangkaian kegiatan-kegiatan (aktivitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapatkan tujuan tertentu.

Sehingga *network planning* merupakan 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 untuk segala sesuatu yang akan menjadi komponen permanen hasil akhir proyek, yang meliputi :
 - a. Biaya bahan / material;
 - b. Biaya upah kerja;
 - c. Biaya alat;
 - d. Biaya subkontraktor dan lain-lain.
2. Biaya tidak langsung adalah segala sesuatu yang tidak merupakan komponen hasil akhir proyek, tetapi dibutuhkan dalam rangka proses pembangunan yang biasanya terjadi diluar proyek dan sering disebut dengan biaya tetap (*fix cost*). Walaupun sifatnya tetap, tetapi harus dilakukan pengendalian agar tidak melewati anggarannya, yang meliputi:
 - a. Gaji staf / pegawai tetap tim manajemen;
 - b. Biaya konsultan (perencana dan pengawas);
 - c. Fasilitas sementara dilokasi proyek;
 - d. Peralatan konstruksi;
 - e. Pajak, pungutan, asuransi dan perizinan;
 - f. Overhead;
 - g. Biaya tak terduga;
 - h. Laba.

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 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 :

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

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 kontruksi; yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat. Kesuksesan dari suatu proyek konstruksi salah satunya tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya, dan pekerja adalah salah satu sumber daya yang tidak mudah untuk dikelola. Upah yang diberikan sangat tergantung pada kecakapan masing-masing pekerja dikarenakan setiap pekerja memiliki karakter masing-masing yang berbeda-beda satu sama lainnya.

Pelaksanaan Penambahan Jam Kerja (Lembur)

Salah satu strategi untuk mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah dengan menambah jam kerja (lembur) para pekerja. Penambahan dari jam kerja (lembur) ini sangat sering dilakukan dikarenakan dapat memberdayakan sumber daya yang sudah ada dilapangan dan cukup dengan mengefisienkan tambahan biaya yang akan dikeluarkan oleh kontraktor. Biasanya waktu kerja normal pekerja adalah 7 jam (dimulai pukul 08.00 dan selesai pukul 16.00 dengan satu jam istirahat), kemudian jam lembur dilakukan setelah jam kerja normal selesai. Penambahan jam kerja (lembur) bisa dilakukan dengan melakukan penambahan 1 jam, 2 jam, 3 jam, dan 4 jam sesuai dengan waktu penambahan yang diinginkan. Semakin besar penambahan jam lembur dapat menimbulkan penurunan produktivitas.

Dari uraian di atas dapat ditulis sebagai berikut ini:

1. Produktivitas harian = $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal}}$
 2. Produktivitas tiap jam = $\frac{\text{Produktivitas harian}}{\text{Jam kerja per hari}}$
 3. Produktivitas harian sesudah *crash* = (Jam kerja perhari × Produktivitas tiap jam) + (a × b × Produktivitas tiap jam)
- Dengan :
- a = lama penambahan jam kerja (lembur),
 - b = koefisien penurunan produktivitas akibat penambahan jam kerja (lembur)
4. *Crash duration* = $\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas harian sesudah crash}}$

Pelaksanaan Penambahan Tenaga Kerja

Dalam penambahan jumlah tenaga kerja yang perlu diperhatikan adalah ruang kerja yang tersedi 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 :

1. Jumlah Tenaga Kerja Normal
= $\frac{(\text{Koefesien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi normal}}$
2. Jumlah Tenaga Kerja Dipercepat
= $\frac{(\text{Koefesien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi dipercepat}}$

Dari rumus diatas 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 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 dapat dirumuskan sebagai berikut ini:

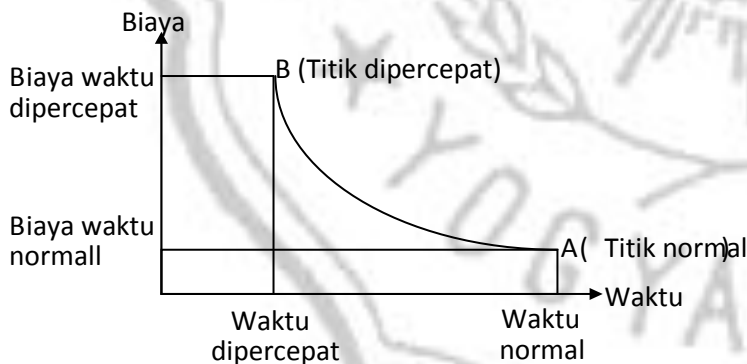
1. Normal ongkos pekerja perhari
= Produktivitas harian × Harga satuan upah pekerja
2. Normal ongkos pekerja perjam
= Produktivitas perjam × Harga satuan upah pekerja
3. Biaya lembur pekerja
= 1,5 × upah perjam normal untuk penambahan jam kerja (lembur) pertama + 2 × n × upah perjam normal untuk penambahan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

Dengan: n = jumlah penambahan jam kerja (lembur)

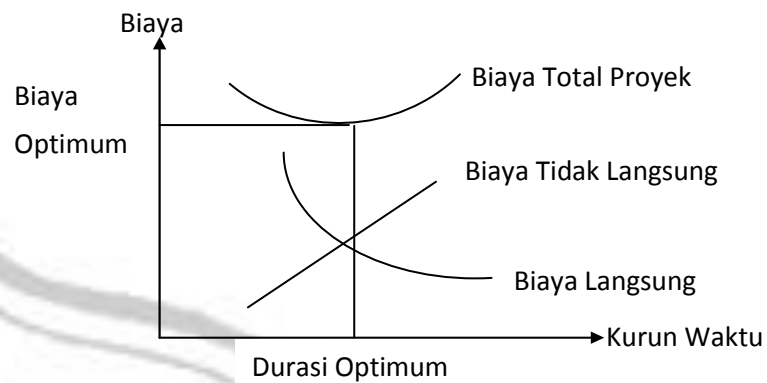
4. *Crash cost* pekerja perhari
 $= (\text{Jam kerja perhari} \times \text{Normal cost pekerja}) + (n \times \text{Biaya lembur perjam})$
5. *Cost slope*
 $= \text{Crash Cost} - \text{Normal Cost Durasi Normal} - \text{Durasi Crash}$

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 3.2. 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.



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



Grafik Hubungan waktu dengan biaya total, biaya langsung, dan biaya tak langsung (Sumber: Soeharto, 1997)

Biaya Denda

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

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

Dengan:

Denda perhari akibat keterlambatan sebesar 1 permil dari nilai kontrak.

Program Microsoft Project

Program *Microsoft Project* adalah sebuah aplikasi program pengolah lembar kerja untuk manajemen suatu proyek, pencarian data, serta pembuatan grafik. Kegiatan manajemen berupa suatu proses kegiatan yang akan mengubah *input* menjadi output 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.

Beberapa jenis metode manajemen proyek yang di kenal saat ini, antara lain), *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.

METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Radioterapi RSUP Dr. Kariyadi Semarang.

Tahap dan Prosedur Penelitian

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

- a. Tahap 1 : Persiapan
Sebelum melakukan penelitian perlu dilakukan studi literatur untuk memperdalam ilmu yang berkaitan dengan topik penelitian. Kemudian ditentukan rumusan masalah sampai dengan kompilasi data.
- b. Tahap 2 : Pengumpulan Data
Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan.
- c. Tahap 3 : Analisis percepatan dengan aplikasi program dan metode *time cost trade Off*
- d. Tahap 4 : Kesimpulan
Kesimpulan disebut juga pengambilan keputusan. Pada tahap ini, data yang telah dianalisis dibuat suatu kesimpulan yang berhubungan dengan tujuan penelitian.

Pengumpulan Data

Pengumpulan data atau informasi dari suatu pelaksanaan proyek konstruksi yang sangat bermanfaat untuk evaluasi optimasi waktu dan biaya secara keseluruhan. Data yang diperlukan adalah data sekunder yaitu data yang diperoleh dari instansi yang terkait seperti kontraktor, konsultan pengawas, dan lain-lain. Variabel yang sangat mempengaruhi dalam pengoptimalan waktu dan biaya pelaksanaan proyek ini adalah variabel waktu dan variable biaya.

1. *Variabel Waktu*

Data yang mempengaruhi variabel waktu diperoleh dari kontraktor. 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 variable biaya diperoleh dari kontraktor. Data yang diperlukan dalam variabel biaya antara lain :

- a. Daftar rencana anggaran biaya (RAB) penawaran,
- b. Daftar-daftar harga bahan dan upah.
- c. Analisis harga satuan.

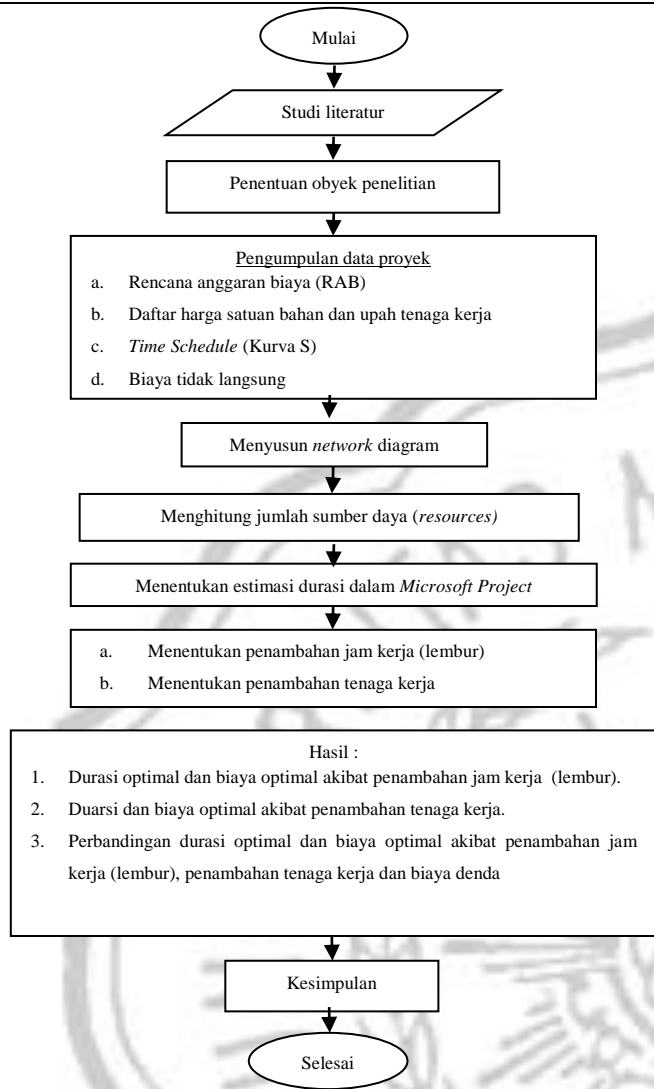
Data proyek yang diperlukan untuk pembuatan laporan, meliputi :

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 2010* untuk mempermudah analisis dan perhitungan. Hasil dari analisis tersebut adalah percepatan durasi dan kenaikan biaya akibat percepatan durasi dalam setiap kegiatan yang dipercepat. Kenaikan biaya ini disebabkan karena penambahan jam lembur dan tenaga kerja.

Tahapan penelitian secara skematis dalambentuk diagram alir dapat dilihat pada Gambar



HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Umum Proyek

Proyek Pembangunan Gedung Radioterapy Center Dr. Kariadi Semarang ini merupakan pembangunan gedung baru yang akan menggantikan gedung lama sebagai pusat gedung pengobatan penyakit kanker di RSUP Dr. Kariadi.

Pemilik Proyek : Rumah Sakit Umum Pusat Dr. Kariadi
 Konsultan Pengawas : PT. Saranabudi Prakarsaripta
 Konsultan Perencana : PT. Pola Dwipa KSO CV. Aretas
 Kontraktor : PT. Utama Karya (Persero) Wilayah IV
 Anggaran : Rp 83,032,382,89.
 Waktu pelaksanaan : 133 Hari Kalender
 Tanggal pekerjaan dimulai : 9 April 2016
 Tanggal pekerjaan selesai : 20 Agustus 2016

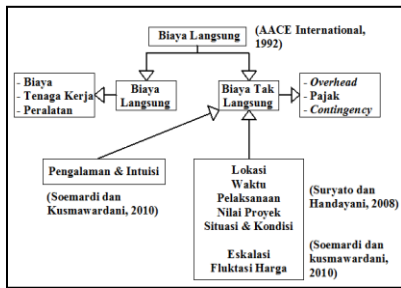
Daftar Lintasan Kritis

Berdasarkan hasil analisis *Microsoft Project* untuk penjadwalan proyek tersebut diketahui terdapat 23 lintasan kritis dari kegiatan-kegiatan kritis. Daftar kegiatan – kegiatan kritis pada kondisi normal dapat dilihat pada Tabel

Kode	Pekerjaan	Predecessors	Durasi (hari)
	Pekerjaan Tanah :		
UTP	Urugan Tanag Padas		7
	Pekerjaan Saluran :		
SGT	Galian Tanah	4FS - 3 days	9
	Tie Beam / Sloof :		
TGT	Galian Tanah	13FS - 2 days	7
TB	Pembesian	45FS - 3 days	20
TK	Pembekistingan	40FS - 5 days	3
	Pekerjaan Pondasi Batu Belah :		
PGT	Galian Tanah	44FS - 2 days	4
	Pekerjaan Struktur :		
LDKB	Lantai Dasar Kolom Pembesian	48FS - 5 days	16
LSBB	Lantai Satu Balok Pembesian	66FS - 9 days	30
LSBK	Lantai Satu Balok Pembekistingan	57FS - 8 days	10
LDBB	Lantai Dua Balok Pembesian	82FS - 8 days	32
LDBK	Lantai Dua Balok Pembekistingan	65FS - 10 days	11
LTBK	Lantai Tiga Balok Pembekistingan	81FS - 7 days	15
LTPC	Lantai Tiga Plat Lantai Pengecoran	101FS - 23 days	10
LTPB	Lantai Tiga Plat Lantai Pembesian	102FS - 12 days	22
LTPK	Lantai Tiga Plat Lantai Pembekistingan	98SS	15
LTT	Lantai Tiga Tangga	100FS - 11 days	8
LEBK	Lantai Empat Balok Pembekistingan	110FS - 3 days	13
LEPK	Lantai Empat Plat Lantai Pembekistingan	114SS	15
LLBB	Lantai Lima Balok Pembesian	130FS - 8 days	29
LLBK	Lantai Lima Balok Pembekistingan	118FS - 9 days	10
LABC	Lantai Atap Balok Pengecoran	145FS - 8 days	8
LABB	Lantai Atap Balok Pembesian	146FS - 11 days	31
LABK	Lantai Atap Balok Pembekistingan	129FS - 10 days	11

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 Skema Model hubungan biaya tidak langsung.

Model Regresi Non Linear dengan menggunakan Algoritma Genetika dengan persamaan :

$$Y = -0,95 - 4,888(\ln(x1 - 0,21) - \ln(x2)) + \epsilon$$

Dengan ;

$x1$ = Nilai Proyek (Miliar)

$x2$ = Durasi Pelaksanaan Proyek (Hari)

Perhitungan :

$$Y = -0,95 - 4,888(\ln(83,032 - 0,21) - \ln(133)) + \epsilon = 1,365 \%$$

Berdasarkan grafik diatas pada proyek pembangunan Gedung dengan nilai total proyek sebesar Rp 83,032,382,897 didapatkan presentase untuk biaya tidak langsung sebesar 1,365 % dari nilai total proyek tersebut secara detail hitungan seperti contoh dibawah berikut ini :

$$\text{Biaya Tidak Langsung} = 1,365 \% \times \text{Rp } 83,032,382,897 = \text{Rp } 1,133,581,010.92$$

$$\text{Biaya Tidak Langsung / hari} = \frac{\text{Biaya Tidak Langsung}}{\text{Durasi Normal Proyek}} = \frac{\text{Rp } 1,133,581,010.92}{133 \text{ hari}} = \text{Rp } 8,523,165 / \text{hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya Langsung} &= \text{Biaya Total Rencana} - \text{Biaya Tidak Langsung} \\ &= \text{Rp } 83,032,382,897 - \text{Rp } 1,133,581,010.92 \\ &= \text{Rp } 81,898,801,886.08 \end{aligned}$$

Penerapan Metode Time Cost Trade Off

Penambahan Jam Kerja (Waktu Lembur)

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 adalah perhitungan Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai Lantai 3 dibawah ini :

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

	(Volume)
<hr/>	
(Prod. Perjam × Jam kerja) + (∑ Jam lembur × Penurunan Prod. × Prod. Perjam)	
- Volume	= 148,17 m ³
- Durasi normal	= 10 hari
- Durasi normal (jam)	= 10 × 7
	= 70 jam
- Produktivitas jam normal	= $\frac{\text{Volume}}{\text{Durasi normal (jam)}}$
	= $\frac{148,17}{70}$
	= 2,116714286 m ³ /jam
- Maksimal <i>crashing</i>	=
	$\frac{148,17}{(2,116714286 \times 7) + (1 \times 0,9 \times 2,116714286)}$
	= 8,860759492 Hari
- Maka maksimal <i>crashing</i>	= 10 hari -
	8,860759492 hari
	= 1,13924050 hari

Hasil perhitungan pengontrolan durasi *crashing* manual diatas sesuai dengan hasil perhitungan pada *Microsoft Project*, hasil dari pengolahan *Microsoft Project* dapat dilihat pada Tabel 5.5 untuk penambahan jam lembur yang di lakukan 1 jam pada tabel berikut:

Tabel Hasil Perhitungan durasi dan biaya dipercepat dengan penambahan 1 jam lembur menggunakan *Microsoft Project*

Kode	Durasi normal	Durasi lembur 1 jam	Biaya Lembur 1 jam	Biaya Normal
UTP	7	6.2	263,946,260.63	261,272,250.00
SGT	9	7.97	34,366,254.62	31,937,400.00
TGT	7	6.2	12,547,223.71	11,664,100.00
TB	20	17.72	2,700,360,618.39	2,682,959,050.00
TK	3	2.66	55,445,038.37	53,112,170.00
PGT	4	3.54	15,094,614.72	14,029,200.00
LDKB	16	14.18	2,737,427,996.01	2,719,799,103.00
LSBB	30	26.58	5,275,635,417.26	5,241,669,133.00
LSBK	10	8.86	273,314,061.67	265,336,940.00
LDBB	32	28.35	5,262,013,783.78	5,228,140,935.00
LDBK	11	9.75	262,351,901.14	254,690,745.00
LTBK	15	13.29	244,105,503.60	236,983,480.00
LTPC	10	8.86	171,006,948.12	169,149,923.00
LTPB	22	19.49	2,591,116,301.62	2,574,427,623.00
LTPK	15	13.29	227,376,540.00	220,651,920.00
LTT	8	7.09	40,803,641.10	39,607,830.00
LEBK	13	11.52	234,547,732.49	227,702,975.00
LEPK	15	13.29	227,376,540.00	220,651,920.00
LLBB	29	25.7	4,913,423,064.74	4,895,439,623.00
LLBK	10	8.86	200,850,679.27	195,012,858.00
LABC	8	7.09	228,075,925.85	225,579,560.00
LABB	31	27.47	5,232,919,249.36	5,199,211,408.00
LABK	11	9.75	215,198,906.72	208,931,880.00

Perhitungan Manual Penambahan 1 Jam Lembur (Pengecoran Pelat Lantai Lantai 3)

Jumlah Tenaga Kerja × Biaya Lembur 1 Jam :

Pekerja = $31.12 \times \text{Rp}12,857$
= Rp 400,051

Tukang Batu = $5.19 \times \text{Rp} 17,143$
= Rp 88,900

Kepala Tukang = $0.52 \times \text{Rp} 19,286$
= Rp 10,001

Mandor = $1.56 \times \text{Rp} 18,214$
= Rp 28,337

Jumlah Biaya Lembur Tenaga Per hari :

(1 Hari) = Jumlah Biaya Tenaga Per hari + Jumlah Biaya Lembur 1 Jam
= Rp 2,460,686 + (Rp 400,051+ Rp 88,900+ Rp 10,001+ Rp 28,337)
= Rp 2,987,977

Jumlah Total Biaya Lembur Tenaga :

(8.860759494 Hari) = Rp 2,987,977 × 8.860759494
= Rp 26,475,743

Jumlah Total Biaya Lembur Pada Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai Lantai 3 :

= Jumlah Total Biaya Material + Jumlah Total Biaya Lembur Tenaga
= Rp 144,531,204 + Rp 26,475,743
= Rp 171,006,948

Tabel *Cost Slope* Biaya Pekerjaan Akibat Percepatan Biaya Lembur 1 Jam

Kode	Normal		Crashing	Percepatan		Slope
	Durasi (hari)	Biaya		Durasi (hari)	Biaya	
UTP	7	261,272,250	0.80	6.2	263,946,261	3,342,513
SGT	9	31,937,400	1.03	7.97	34,366,255	2,358,111
TGT	7	11,664,100	0.80	6.2	12,547,224	1,103,905
TB	20	2,682,959,050	2.28	17.72	2,700,360,618	7,632,267
TK	3	53,112,170	0.34	2.66	55,445,038	6,861,378
PGT	4	14,029,200	0.46	3.54	15,094,615	2,316,119
LDKB	16	2,719,799,103	1.82	14.18	2,737,427,996	9,686,205
LSBB	30	5,241,669,133	3.42	26.58	5,275,635,417	9,931,662
LSBK	10	265,336,940	1.14	8.86	273,314,062	6,997,475
LDBB	32	5,228,140,935	3.65	28.35	5,262,013,784	9,280,233
LDBK	11	254,690,745	1.25	9.75	262,351,901	6,128,925
LTBK	15	236,983,480	1.71	13.29	244,105,504	4,164,926
LTPC	10	169,149,923	1.14	8.86	171,006,948	1,628,969
LTPB	22	2,574,427,623	2.51	19.49	2,591,116,302	6,648,876
LTPK	15	220,651,920	1.71	13.29	227,376,540	3,932,526
LTT	8	39,607,830	0.91	7.09	40,803,641	1,314,078
LEBK	13	227,702,975	1.48	11.52	234,547,732	4,624,836
LEPK	15	220,651,920	1.71	13.29	227,376,540	3,932,526
LLBB	29	4,895,439,623	3.30	25.7	4,913,423,065	5,449,528
LLBK	10	195,012,858	1.14	8.86	200,850,679	5,120,896
LABC	8	225,579,560	0.91	7.09	228,075,926	2,743,259
LABB	31	5,199,211,408	3.53	27.47	5,232,919,249	9,548,964
LABK	11	208,931,880	1.25	9.75	215,198,907	5,013,621

Selanjutnya untuk perhitungan pengaruh terhadap biaya langsung, biaya tidak langsung dan biaya total yang diakibatkan penambahan jam lembur pada kondisi normal dan dengan penambahan lembur 1 – 3 jam dapat dilihat pada contoh perhitungan dibawah ini :

Kondisi normal :

Biaya langsung = Rp 81,898,801,886.08
 Biaya tidak langsung = Rp 1,133,581,010.92
 Biaya Total = Rp 81,898,801,886.08 + Rp 1,133,581,010.92
 = Rp 83,032,382,897.00

Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai 3

Kondisi Lembur 1 jam= Biaya Langsung Bekisting Lt.3 tangga + Selisih Biaya
 Biaya langsung = Rp 81,900,880,820.89 + Rp 1,857,025
 = Rp 81,902,737,846.01
 Biaya tidak langsung=(Biaya Tak Langsung Bekisting Lt.3 tangga / Durasi Bekisting Lt.3 tangga) × Pengecoran pelat lantai Lt. 3
 = (Rp 1,119,006,397.92 / 131.29) × 130.15
 = Rp 1,109,289,989.25
 Biaya Total = Rp 81,902,737,846.01+ Rp 1,109,289,989.25
 = Rp 83,012,027,835.27

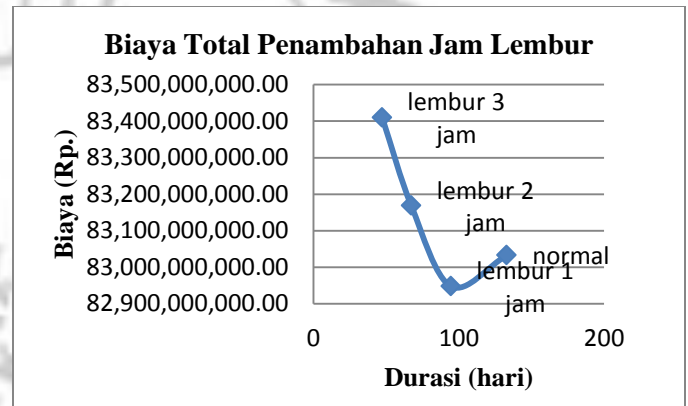
Tabel Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung Dan Biaya Total Pada Penambahan 1 Jam Lembur

Kode	Durasi	Biaya Tidak Langsung	Biaya Langsung	Total Biaya
	133	1,133,581,010.92	81,898,801,886.08	83,032,382,897.00
TGT	132.2	1,126,762,478.52	81,899,685,009.79	83,026,447,488.31
LTT	131.29	1,119,006,397.92	81,900,880,820.89	83,019,887,218.81
LTPC	130.15	1,109,289,989.25	81,902,737,846.01	83,012,027,835.27
PGT	129.69	1,105,369,333.13	81,903,803,260.73	83,009,172,593.85
SGT	128.66	1,096,590,472.67	81,906,232,115.34	83,002,822,588.01
LABC	127.75	1,088,834,392.06	81,908,728,481.20	82,997,562,873.26
UTP	126.95	1,082,015,859.67	81,911,402,491.83	82,993,418,351.50
LTPK	125.24	1,067,441,246.67	81,918,127,111.83	82,985,568,358.50
LEPK	123.53	1,052,866,633.67	81,924,851,731.82	82,977,718,365.50
LTBK	121.82	1,038,292,020.68	81,931,973,755.42	82,970,265,776.10
LEBK	120.34	1,025,677,735.74	81,938,818,512.91	82,964,496,248.65
LABK	119.09	1,015,023,778.87	81,945,085,539.63	82,960,109,318.50
LLBK	117.95	1,005,307,370.21	81,950,923,360.90	82,956,230,731.11
LLBB	114.65	977,180,924.07	81,968,906,802.64	82,946,087,726.71
LDBK	113.4	966,526,967.20	81,976,567,958.78	82,943,094,925.98
LTPB	110.89	945,133,821.81	81,993,256,637.39	82,938,390,459.20
TK	110.55	942,235,945.54	81,995,589,505.76	82,937,825,451.30
LSBK	109.41	932,519,536.87	82,003,566,627.43	82,936,086,164.30
TB	107.13	913,086,719.54	82,020,968,195.82	82,934,054,915.36
LDBB	103.48	881,977,165.49	82,054,841,044.59	82,936,818,210.08
LABB	99.95	851,890,391.29	82,088,548,885.95	82,940,439,277.24
LDKB	98.13	836,378,230.08	82,106,177,778.96	82,942,556,009.05
LSBB	94.71	807,229,004.09	82,140,144,063.22	82,947,373,067.31

Kemudian dapat dibandingkan antara durasi percepatan dan biaya totalnya yang dapat dilihat pada tabel berikut ini :

Tabel Perbandingan Antara Biaya Total Dengan Variasi Penambahan Jam Lembur Optimal

No	Lembur Jam	Durasi Percepatan	Biaya Normal
1	normal	133	83,032,382,897.00
2	1	94.71	82,947,373,067.31
3	2	67.383	83,168,115,995.19
4	3	47.29	83,409,701,052.47



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

Penambahan Tenaga Kerja

Penambahan tenaga kerja dilakukan dengan cara menghitung ulang kebutuhan tenaga kerja dari masing-masing kegiatan berdasarkan durasi percepatan atau durasi *crashing* yang akan dilakukan dengan tanpa melakukan penambahan jam kerja per hari, contoh perhitungan penambahan pekerja dan biaya penambahan pekerja pada Pengecoran Lt.3 Pelat Lantai dibawah ini :

Perhitungan Penambahan tenaga kerja untuk Pengecoran Lt.3 Pelat Lantai dengan menggunakan durasi percepatan adalah sebagai berikut :

Untuk penambahan Tenaga kerja 1
 Volume = 148.17 m²
 Durasi normal = 10 hari
 Durasi *Crashing* = 1.139240506 hari
 Durasi Percepatan = 8.860759494 hari
 Kapasitas tenaga kerja per 1m³ adalah :
 Pekerja = 2,1 Oh @ Rp. 60.000
 Tukang Batu = 0,35 Oh. @ Rp. 80.000
 Kepala Tukang Batu = 0,035 Oh. @ Rp. 90.000
 Mandor = 0,105 Oh @ Rp. 85.000
 Dengan :

Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja Per Hari :

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tenaga kerja} &= \frac{(\text{Koefisien tenaga kerja} \times \text{volume})}{\text{Durasi Normal}} \\ \text{Pekerja} &= (\text{Koef.} \times \text{Volume}) / \text{Durasi} \\ &= (2,1 \times 148.17) / (8.860759494 \times 7) \\ &= 5.02 \\ \text{Upah Pekerja} &= 5.02 \times \text{Rp } 60.000 \\ &= \text{Rp } 301.200 \\ \text{Tukang Batu} &= (\text{Koef.} \times \text{Volume}) / \text{Durasi} \\ &= (0,35 \times 148.17) / (8.860759494 \times 7) \\ &= 0.84 \\ \text{Upah Tukang Batu} &= 0.84 \times \text{Rp } 80.000 \\ &= \text{Rp } 67.200 \\ \text{Kepala Tukang} &= (\text{Koef.} \times \text{Volume}) / \text{Durasi} \\ &= (0,035 \times 148.17) / (8.860759494 \times 7) \\ &= 0.09 \\ \text{Upah Tukang Batu} &= 0.09 \times \text{Rp } 90.000 \\ &= \text{Rp } 8.100 \\ \text{Mandor} &= (\text{Koef.} \times \text{Volume}) / \text{Durasi} \\ &= (0,105 \times 148.17) / (8.860759494 \times 7) \\ &= 0.26 \\ \text{Upah Mandor} &= 0.26 \times \text{Rp } 85.000 \\ &= \text{Rp } 22.100 \end{aligned}$$

Jadi upah tenaga kerja dengan durasi normal (hari) adalah : $(\text{Rp } 301.200 + \text{Rp } 67.200 + \text{Rp } 8.100 + \text{Rp } 22.100) \times 7 \times 8.860759494 \text{ hari} = \text{Rp } 24.723.291$

Tabel Selisih Biaya Antara Biaya Percepatan Dengan Biaya Normal Pada Kondisi Penambahan Tenaga Kerja 1

Kode	Biaya Normal	Biaya Percepatan	Selisih Biaya
TK	30,752,400.00	30,721,139.24	(31,260.76)
TB	229,285,000.00	229,078,101.27	(206,898.73)
LABC	32,950,400.00	32,873,417.72	(76,982.28)
LTPK	88,793,250.00	88,665,189.87	(128,060.13)
LEPK	88,793,250.00	88,665,189.87	(128,060.13)
LABB	444,047,100.00	443,797,962.03	(249,137.97)
LDBK	100,927,750.00	100,868,050.63	(59,699.37)
PGT	14,049,000.00	14,030,126.58	(18,873.42)
LTPC	24,762,500.00	24,723,291.14	(39,208.86)
LEBK	90,262,900.00	90,228,227.85	(34,672.15)
LTBK	94,027,500.00	93,991,613.92	(35,886.08)
LABK	82,813,500.00	82,787,670.89	(25,829.11)
LTPB	219,904,300.00	219,871,063.29	(33,236.71)
LSBB	447,741,000.00	447,698,734.18	(42,265.82)
TGT	11,698,750.00	11,690,221.52	(8,528.48)
LLBB	418,027,750.00	417,998,841.77	(28,908.23)
LDKB	232,304,800.00	232,326,987.34	22,187.34
UTP	35,213,850.00	35,235,651.90	21,801.90

SGT	31,950,450.00	31,983,664.56	33,214.56
LSBK	105,052,500.00	105,101,898.73	49,398.73
LTT	15,722,000.00	15,761,873.42	39,873.42
LDBB	446,409,600.00	446,681,518.99	271,918.99
LLBK	77,227,500.00	77,339,367.09	111,867.09

Kondisi normal :

Biaya langsung = Rp 81,898,801,886.08

Biaya tidak langsung = Rp 1,133,581,010.92

Biaya Total = Rp 81,898,801,886.08 + Rp 1,133,581,010.92
= Rp 83,032,382,897.00

Pada Pengecoran Lt. 3 Pelat Lantai :

Kondisi Lembur 1jam = Biaya Langsung Galian tanah + Selisih Biaya

Biaya langsung = Rp 81,897,902,913.30 + Rp -39,208.86

= Rp 81,897,863,704.44

Biaya tidak langsung = (Biaya Tak Langsung Galian tanah / Durasi galian tanah) × Durasi

= $(\text{Rp } 1,029,683,623.52 / 120.81) \times 119.67$

= Rp 1,019,967,214.86

Biaya Total = Rp 81,897,863,704.44 + Rp 1,019,967,214.86

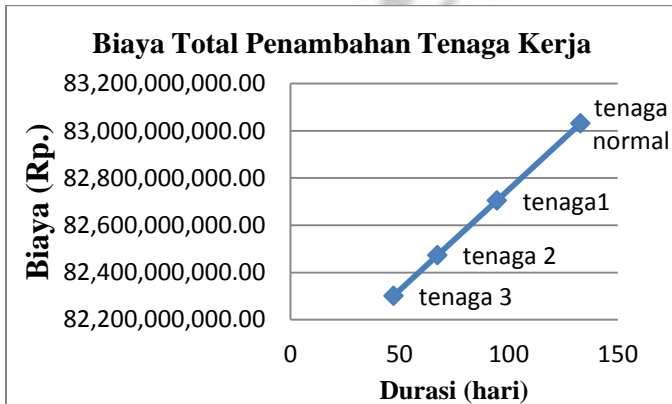
= Rp 82,917,830,919.30

Tabel Perhitungan Biaya Langsung, Biaya Tidak Langsung dan Biaya Total Akibat Penambahan Tenaga Kerja 1

Kode	Biaya Tidak Langsung	Biaya Langsung	Total Biaya
	1,133,581,010.92	81,898,801,886.08	83,032,382,897.00
TK	1,130,683,134.65	81,898,770,625.32	83,029,453,759.97
TB	1,111,250,317.32	81,898,563,726.59	83,009,814,043.91
LABC	1,103,494,236.72	81,898,486,744.31	83,001,980,981.03
LTPK	1,088,919,623.72	81,898,358,684.18	82,987,278,307.90
LEPK	1,074,345,010.72	81,898,230,624.06	82,972,575,634.78
LABB	1,044,258,236.52	81,897,981,486.08	82,942,239,722.61
LDBK	1,033,604,279.65	81,897,921,786.72	82,931,526,066.37
PGT	1,029,683,623.52	81,897,902,913.30	82,927,586,536.82
LTPC	1,019,967,214.86	81,897,863,704.44	82,917,830,919.30
LEBK	1,007,352,929.93	81,897,829,032.29	82,905,181,962.21
LTBK	992,778,316.93	81,897,793,146.21	82,890,571,463.14
LABK	982,124,360.06	81,897,767,317.10	82,879,891,677.16
LTPB	960,731,214.67	81,897,734,080.39	82,858,465,295.05
LSBB	931,581,988.67	81,897,691,814.56	82,829,273,803.24
TGT	924,763,456.27	81,897,683,286.08	82,822,446,742.36
LLBB	896,637,010.14	81,897,654,377.86	82,794,291,387.99
LDKB	881,124,848.94	81,897,676,565.20	82,778,801,414.13
UTP	874,306,316.54	81,897,698,367.10	82,772,004,683.64
SGT	865,527,456.08	81,897,731,581.65	82,763,259,037.73
LSBK	855,811,047.41	81,897,780,980.39	82,753,592,027.80
LTT	848,054,966.81	81,897,820,853.81	82,745,875,820.62
LDBB	816,945,412.75	81,898,092,772.79	82,715,038,185.55
LLBK	807,229,004.09	81,898,204,639.88	82,705,433,643.97

Tabel. Tabel perbandingan antara biaya total dengan Tenaga kerja

No	Lembur jam	Durasi optimal	Biaya
1	normal	133	83,032,382,897.00
2	1	94.71	82,705,433,643.97
3	2	67.383	82,473,216,664.49
4	3	47.29	82,301,328,029.18



Gambar 5.21 Grafik Perbandingan Biaya Total Proyek dan Durasi Percepatan Akibat Penambahan Tenaga Kerja

Tabel Biaya Akibat Penambahan Lembur 1 Jam dan Penambahan Tenaga Kerja 1

Durasi	Penambahan jam lembur	Penambahan tenaga kerja
133	83,032,382,897.00	83,032,382,897.00
132.66	83,026,447,488.31	83,029,453,759.97
130.38	83,019,887,218.81	83,009,814,043.91
129.47	83,012,027,835.27	83,001,980,981.03
127.76	83,009,172,593.85	82,987,278,307.90
126.05	83,002,822,588.01	82,972,575,634.78
122.52	82,997,562,873.26	82,942,239,722.61
121.27	82,993,418,351.50	82,931,526,066.37
120.81	82,985,568,358.50	82,927,586,536.82
119.67	82,977,718,365.50	82,917,830,919.30
118.19	82,970,265,776.10	82,905,181,962.21
116.48	82,964,496,248.65	82,890,571,463.14
115.23	82,960,109,318.50	82,879,891,677.16
112.72	82,956,230,731.11	82,858,465,295.05

109.3	82,946,087,726.71	82,829,273,803.24
108.5	82,943,094,925.98	82,822,446,742.36
105.2	82,938,390,459.20	82,794,291,387.99
103.38	82,937,825,451.30	82,778,801,414.13
102.58	82,936,086,164.30	82,772,004,683.64
101.55	82,934,054,915.36	82,763,259,037.73
100.41	82,936,818,210.08	82,753,592,027.80
99.5	82,940,439,277.24	82,745,875,820.62
95.85	82,942,556,009.05	82,715,038,185.55
94.71	82,947,373,067.31	82,705,433,643.97

A. Kesimpulan

Berdasarkan data serta hasil analisis dan pembahasan yang dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Radioterapi RSUP Dr. Kariyadi, Semarang, Jawa Tengah, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Waktu dan Biaya total proyek pada kondisi normal sebesar 133 hari dengan biaya Rp 83,032,382,89, setelah pada penambahan 1 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp 82,947,373,067.31 dengan durasi percepatan sebesar 94,71 hari sedangkan penambahan 2 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp 83,168,115,995.19 dengan durasi percepatan sebesar 67,38 hari dan untuk penambahan 3 jam lembur didapatkan biaya total sebesar Rp 83,409,701,052.47 dengan durasi percepatan sebesar 47,29 hari. Sedangkan untuk biaya total penambahan tenaga kerja 1, biaya total penambahan tenaga kerja 2, dan biaya total penambahan tenaga kerja 3 diperoleh biaya total proyek dan durasi *crashing* yang dipercepat pada penambahan tenaga kerja 1 menjadi 94.71 hari dengan biaya total sebesar Rp 82,705,433,643.97 sedangkan untuk penambahan tenaga kerja 2 diperoleh biaya total proyek sebesar Rp 82,473,216,664.49 dan durasi *crashing* yang dipercepat menjadi 67.38 hari dan untuk penambahan tenaga kerja 3 diperoleh biaya total proyek sebesar

Rp 82,301,328,029.18 dan durasi *crashing* yang dipercepat menjadi 47.29 hari

2. Pada penambahan Lembur 1 jam dibandingkan dengan penambahan tenaga kerja 1 pada durasi ke 94,71 hari penambahan tenaga kerja lebih efektif di bandingkan dengan penambahan jam lembur dan pada durasi selanjutnya penambahan jam lembur lebih efektif karena dengan durasi yang sama biaya lebih murah di bandingkan dengan penambahan tenaga kerja. Begitu juga dengan penambahan tenaga kerja 1 dan tenaga kerja 2 yang lebih efektif dibandingkan dengan penambahan jam lembur.
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.

Saran

1. Penginputan data pada *Microsoft Project* harus teliti sesuai dengan data yang akan diinput.
2. Harus sering melakukan cek ulang penginputan data
3. Pada penelitian ini, hendaknya mengetahui bagaimana keadaan dilapangan secara langsung agar pembuatan hubungan antar pekerjaan dalam *Microsoft Project* agar lebih akurat.
4. Sebaiknya membuat hitungan manual *Microsoft Excel* sebagai pembanding di *Microsoft Project* agar dapat mengetahui jika terdapat nilai yang ganjil.
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

- Ali, Tubagus Haedar. 1995. *Prinsip-prinsip Network Planning*. Gramedia, Bandung.
- Badri, Sofyan. 1997. *Dasar-Dasar Network Planing*. Rineke Cipta. Jakarta.
- David, Mc. Clelland. 1997. *Management Sumber Daya Manusia*. Prenhallindo. Jakarta
- Frederika, Ariany. 2010. *Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi*. Jurnal, Fakultas Teknik, Universitas Udayana, Denpasar.
- Kajatmo, Soetomo. 1977. *Uraian Lengkap Metode Network Planning Jilid I,II,III*. Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia. NomorKep.102/Men/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur.
- Kerzner, Harold. 2006. *Project Management : A system Approach to Planning, scheduling, and controlling*, John and Wiley. Inc. Ninth Edition. New Jersey.
- 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
- Novitasari, Vien. 2014. *Penambahan jam kerja pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum Daerah Belitung dengan Time Cost Trade Off*. Tugas Akhir, Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, Yogyakarta.
- Soeharto, Iman. 1999. *Manajemen Proyek: Dari Konseptual Sampai Operasional, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.