

## ANALISIS WAKTU DAN BIAYA KETERLAMBATAN PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG HIPERBARIK RUMAH SAKIT PARU JEMBER

**Budi Witjaksana<sup>1</sup>, Achmad Imron<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

email: budiwitjaksana@untag-sby.ac.id

<sup>2</sup>Fakultas Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Surabaya

### Abstrak

Gedung Hiperbarik 3 lantai Rumah Sakit Paru Jember terletak di Jalan Nusa Indah Jember, jalan protokol yang strategis, mudah di jangkau oleh setiap masyarakat yang membutuhkan. Areal tanah gedung yang direncanakan merupakan satu komplek dengan gedung Rumah Sakit Paru Jember yang lama, sehingga secara operasional mempermudah para dokter menangani pasien antara gedung lama dan gedung Hiperbarik. Permasalahan yang dialami adalah pada waktu pelaksanaan waktu kontrak selama 100 hari, pekerjaan ini mengalami keterlambatan selama 21 hari. Terhitung mulai terima SPK kontraktor bekerja selama 16 hari menyelesaikan pondasi, selanjutnya harus menunggu pemasangan mesin Hiperbarik dari Australia. Setelah mesin tersebut terpasang, struktur kolom baru dipasang. Sehingga mengakibatkan keterlambatan. Dari kenyataan tersebut diperlukan penelitian yang bertujuan untuk (1) Mendapatkan lama waktu pelaksanaan pembangunan, (2) Mendapatkan besar biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pembangunan. Dari hasil diagram network, maka dapat disimpulkan bahwa (1) pelaksanaan proyek pembangunan gedung hiperbarik rumah sakit paru Jember dapat dilakukan selama 99 hari. (2) Biaya proyek yang diperlukan untuk pembangunan adalah sebesar Rp Rp3,23 Milyar. Biaya maksimum per minggu yang diperlukan pada saat kegiatan paling cepat sebesar Rp569,50 Juta, dengan jumlah tenaga kerja maksimum per minggu sebesar 257 orang. Setelah dilakukan pergeseran jadwal aktivitas dan penambahan jumlah tenaga kerja, ternyata biaya proyek yang diperlukan pada saat kegiatan mengalami keterlambatan 21 hari sebesar Rp3,36 Milyar. Biaya maksimum per minggu yang diperlukan sebesar Rp387,50 Juta dan jumlah tenaga kerja maksimum per minggu sebesar 212 orang. Dengan demikian pelaksanaan proyek pembangunan gedung hyperbarik rumah sakit paru Jember saat kegiatan mengalami keterlambatan 21 hari, perlu dilakukan penambahan biaya sebesar Rp132,73 Juta yang awalnya sebesar Rp3,23 Milyar menjadi sebesar Rp3,36 Milyar.

**Kata kunci :** *hiperbarik, keterlambatan, diagram network*

## I. PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Dalam usaha perbaikan layanan yang lebih optimal kepada masyarakat dan peningkatan mutu layanan kepada masyarakat, Dinas Kesehatan Propinsi Jawa Timur bekerja sama dengan pihak Rumah Sakit Paru Jember mengembangkan bidang pelayanan dengan membangun gedung Hiperbarik 3 lantai.

Perluasan dan peningkatan layanan dengan mendirikan bangunan gedung Hiperbarik di kota Jember bertujuan :

1. Pendekatan layanan kepada masyarakat dalam memperoleh layanan kesehatan.
2. Untuk membantu terapi para pasien penderita paru-paru, dimana alat dan

sarana gedung Hiperbarik didatangkan dari Australia.

Pembangunan gedung Hiperbarik ini dibiayai dengan anggaran APBD Propinsi Jawa Timur Tahun 2010. Biaya pelaksanaan berdasarkan pada penawaran yang ditentukan pada saat pelelangan. Biaya tersebut mencakup segala biaya yang diperlukan untuk pelaksanaan pekerjaan dan untuk segala perubahan teknis yang harus dilakukan sesuai dengan kondisi di lapangan.

Permasalahan yang dialami adalah pada waktu pelaksanaan waktu kontrak selama 100 hari, pekerjaan ini mengalami keterlambatan selama 21 hari. Terhitung mulai terima SPK kontraktor bekerja selama 16 hari menyelesaikan pondasi, selanjutnya harus menunggu pemasangan

mesin Hiperbarik dari Australia. Setelah mesin tersebut terpasang, struktur kolom baru dipasang. Sehingga mengakibatkan keterlambatan.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Berapa lama waktu pelaksanaan pembangunan gedung Hiperbarik 3 lantai Rumah Sakit Paru Jember?
2. Berapa besar biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pembangunan Gedung Hiperbarik 3 lantai Rumah Sakit Paru Jember?

### 1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum hasil penelitian bertujuan untuk memberikan informasi sebagai bahan pertimbangan secara ilmiah kepada pejabat pembuat komitmen / PPK, untuk mempertimbangkan dan memprediksi akibat yang ditimbulkan oleh keterlambatan waktu pelaksanaan kegiatan pembangunan gedung Hiperbarik Rumah Sakit Paru Jember.

Secara khusus penelitian bertujuan untuk :

1. Mendapatkan lama waktu pelaksanaan pembangunan gedung Hiperbarik 3 lantai Rumah Sakit Paru Jember
2. Mendapatkan besar biaya yang diperlukan untuk menyelesaikan pembangunan Gedung Hiperbarik 3 lantai Rumah Sakit Paru Jember

## II. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 Jaringan Kerja / Network Planning

Pada perencanaan suatu proyek terdapat proses pengambilan keputusan dan proses penetapan tujuan. Untuk dapat melaksanakan proses ini perlu adanya informasi yang tepat dan kemampuan pengambilan keputusan yang tinggi. Proses pengambilan keputusan dan penetapan kebijakan serta proses penyelenggaraan merupakan sistem operasi pada perencanaan proyek.

Bila perencanaan proyek merupakan total sistem, maka penyelenggaraan proyek

tersebut terdiri dari 2 sub sistem yaitu sub sistem operasi dan sub sistem informasi. Sub sistem operasi menjawab pertanyaan “bagaimana cara melaksanakan kegiatan” sedangkan sub sistem informasi menjawab pertanyaan “kegiatan apa saja yang sudah, sedang dan akan dilaksanakan”. *Network Planning* atau Jaringan kerja merupakan sub sistem informasi.

#### 2.1.1 Sejarah *Network Planning*

Menurut Sofyan Badri (1997) Konsep *network* ini mula-mula disusun oleh perusahaan jasa konsultan manajemen Boaz, Allen dan Hamilton (1957) yang berada dibawah naungan perusahaan pesawat terbang Lockheed. Kebutuhan penyusunan ini dirasakan perlu karena adanya koordinasi dan pengurutan kegiatan-kegiatan pabrik yang kompleks, yang saling berhubungan dan saling tergantung satu sama lain. Hal ini dilakukan agar perencanaan dan pengawasan dapat dilakukan secara sistematis sehingga dapat diperoleh efisiensi kerja.

Pada tahun 1969 dasar-dasar *network planning* yang semula dipakai di bidang PULT mulai masuk di bidang ekonomi, khususnya di bidang kontrol perusahaan. Bila pada analisa break event manager ingin mengetahui pada luas produksi berapa perusahaan rugi, tidak rugi, tidak untung dan laba.

Maka pada analisa *network manager* ingin mengkoordinir data-data (faktor produksi yang campur baur dan kemudian”membuat urutan” urutan pekerjaan yang seefisien mungkin dilihat dari segi waktu, biaya dan penyelesaian proyek. Atau dapat dikatakan analisa *network* adalah kontrol penyelesaian proyek yang efisien ditinjau dari segi waktu dan biaya dan mempertinggi efisien kerja baik manusia maupun alat.

Pada sekitar tahun 1970 dipelopori Ir. Sutami, *network planning* mulai masuk bersama penggunaan komputer di departemen PUTL Indonesia, hal ini memang dimungkinkan karena situasi

(1969 awal Repelita I), dimana tekanan Repelita I sarana fisik dan ekonomi.

Adanya *network* ini menjadikan sistem manajemen dapat menyusun perencanaan proyek dengan waktu dan biaya yang paling efektif dan efisien. Di samping itu *network* juga dapat digunakan sebagai alat pengawas yang cukup baik untuk menyelesaikan proyek tersebut. *Diagram Network* merupakan kerangka penyelesaian proyek secara keseluruhan ataupun masing-masing pekerjaan yang menjadi bagian daripada penyelesaian proyek secara keseluruhan.

### 2.1.2 Definisi Network Planning

Menurut Soetomo Kajatmo (1977) "*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 (aktifitas) yang mempunyai saat permulaan dan yang harus dilaksanakan serta diselesaikan untuk mendapat tujuan tertentu.

Model *network* memungkinkan untuk digunakan disini mengingat definisi dari proyek itu sendiri yaitu sebuah proyek sesungguhnya adalah suatu kegiatan yang terdiri atas serangkaian kegiatan berlainan yang lebih kecil skalanya yang berawal dari satu titik awal dan berakhir di satu titik akhir sehingga dalam membuat diagram panah (*network*) suatu proyek dapat berpedoman kepada semua kegiatan yang tidak punya pendahulu akan berawal dari sebuah titik awal dan semua kegiatan yang tidak punya kelanjutan akan berakhir pada sebuah titik akhir. Selanjutnya untuk menandai kapan suatu kegiatan dimulai dan kapan diakhiri dapat dilakukan dengan menggambar anak panah yang berawal di suatu titik dan berakhir dititik lain sehingga sebuah kegiatan teridentifikasi dengan (i,j). Titik-titik ini berujud lingkaran dengan label angka ditengahnya disebut Event.

### 2.1.3 Manfaat Network Planning

1. Dapat mengenali (identifikasi) jalur kritis (*critical part*) dalam hal ini adalah jalur elemen yaitu kegiatan yang kritis dalam skala waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.
2. Dapat diketahui secara pasti kesukaran yang akan timbul jauh sebelum terjadinya sehingga dapat diambil tindakan yang presentatif.
3. Mempunyai kemampuan mengadakan perubahan-perubahan sumber daya dan memperhatikan efek terhadap waktu selesainya proyek.
4. Sebagai alat komunikasi yang efektif.
5. Memungkinkan tercapainya penyelenggaraan proyek yang lebih ekonomis dipandang dari sudut biaya langsung dan penggunaan sumber daya yang optimum.
6. Dapat dipergunakan untuk memperkirakan efek-efek dari hasil yang dicapai suatu kegiatan terhadap keseluruhan rencana.

### 2.1.4 Bentuk Network Planning

*Network* adalah *grafik* dari suatu rencana produk yang menunjukkan interelasi dari berbagai aktifitas. *Network* juga sering disebut diagram panah, apabila hasil-hasil perkiraan dan perhitungan waktu telah dibubuhkan pada *network* maka ini dapat dipakai sebagai jadwal proyek (*project schedule*), Untuk membentuk gambar dari rencana *network* tersebut perlu digunakan simbol-simbol, pada gambar dibawah ini:

## 2.2 Kajian Penelitian Terdahulu

Penelitian oleh Rinouw Astria Widodo (2007) dengan judul "**Aplikasi Value Engineering Untuk Optimasi Biaya Proyek Pembangunan Kantor Perpustakaan Daerah Propinsi Jawa Tengah**". Pada penelitian ini penganalisisan *Value Engineering* difokuskan pada item pekerjaan struktur bawah yaitu pondasi dan item struktur atas yaitu balok. Dalam proyek ini digunakan jenis pondasi minipile dengan dimensi 32x32x32, kemudian dengan daya dukung

yang sama maka dihadirkan pondasi tiang silinder dengan Ø 300, Ø 350 dan tiang persegi 20x20. Untuk item pekerjaan beton bertulang yang dalam proyek ini digunakan beton dengan mutu K 275, kemudian dihadirkan 3 alternatif penggunaan mutu beton lain yaitu beton mutu K 225, K 250 dan K 300, yang kesemuanya dikaji hanya untuk pekerjaan balok. Hasil penelitian didapat nilai penghematan (*saving*) untuk item pekerjaan pondasi dari berbagai alternatif.

## 2.3 Perencanaan dan Pengendalian Proyek Dengan CPM dan PERT

### 2.3.1 Critical Part Method ( CPM )

Dalam situasi riel seringkali apa yang direncanakan tidak berjalan sesuai dengan rencana. Bagaimana jika situasi seperti ini terjadi pada suatu proyek yang mempunyai banyak komponen aktivitas yang terlibat, penundaan waktu, penyelesaian disalah satu aktifitas akan dapat berakibat kepada penundaan waktu penyelesaian pada aktivitas-aktifitas berikut yang mengikutinya. Semakin banyak kegiatan yang penyelesaiannya tidak sesuai dengan jadwal maka total waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek akan semakin besar. Ketidakpastian menentukan durasi suatu proyek dicerminkan dengan 3 nilai estimasi, waktu optimistis, waktu yang paling mungkin dan waktu pesimistis dari setiap durasi.

#### 2.3.1.1 Identifikasi Jalur Kritis

Penggunaan CPM baru sebatas syarat yang harus diajukan oleh kontraktor dalam lelang. Setelah itu dalam pelaksanaannya, hampir tidak pernah dipakai. Seharusnya CPM yang dibuat pada saat tender, menjadi baseline dalam monitoring pelaksanaan proyek.

CPM mengilustrasikan terlambat atau tidak proyek dalam bentuk waktu akhir pelaksanaan proyek. CPM berisi uraian pekerjaan yang berada di jalur kritis. Pekerjaan-pekerjaan yang berada di jalur kritis harus dijaga oleh Tim Proyek. Start-

Finish-Duration item pekerjaan yang berada pada jalur kritis harus tidak boleh meleset karena akan menyebabkan waktu pelaksanaan akan mundur atau terlambat. Pada perhitungan waktu dikenal beberapa notasi sebagai berikut :

- d = Waktu yang diperlukan untuk melaksanakan suatu aktivitas (*duration*)
- SA = TE = Saat paling awal terjadinya suatu kejadian/event (*earliest event occurrence time*).
- SL = TL = Saat paling lambat yang diijinkan untuk terjadinya suatu kejadian/event (*latest allowable event occurrence time*)
- MA = ES = Saat mulai paling awal suatu aktivitas (*earliest activity start time*).
- BA = EF = Saat berakhir paling awal yang diijinkan suatu aktivitas (*earliest activity finish time*).
- ML = LS = Saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktivitas (*latest allowable activity start time*)
- BL = LF = Saat berakhir paling lambat yang diijinkan suatu aktivitas (*latest allowable activity start time*).
- TF = S = Total *activity slack* atau float atau total float yaitu sejumlah waktu sampai kapan suatu aktivitas boleh diperlambat.
- SF = *Free slack* atau suatu aktivitas atau atau aktivitas bebas.

Dikenal rumusan-rumusan untuk menghitung besarnya total *Float* (S) dan *free Slack* (SF) adalah sebagai berikut :

$$\boxed{SF = SA - BA = TE - EF} \dots\dots\dots (2.1)$$

$$\boxed{S = SL - BA = TL - EF} \dots\dots\dots (2.2)$$

### 1. Perhitungan Maju

Dalam cara perhitungan maju dipakai beberapa anggapan sebagai berikut

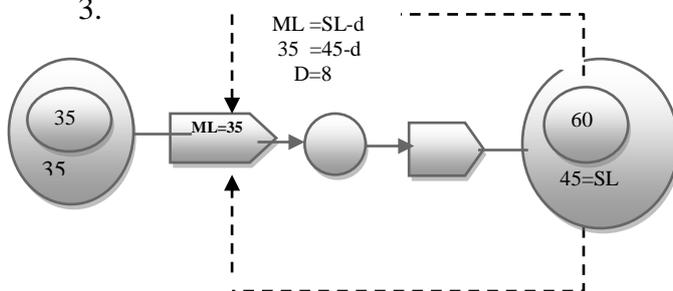
1. Saat paling awal untuk terjadinya kegiatan (*event*) yang pertama dari jaringan kerja disamakan dengan nol (SA = 0),

2. Tiap-tiap aktifitas mulai paling awalnya ( MA) disamakan dengan saat paling awal terjadinya ( MA = SA ),
3. Jadi,  $BA = MA + d = SA + d$  .... (2.3)
4. Untuk merge event, saat mulai paling awal terjadinya disamakan dengan harga terbesar dari saat berakhir paling awal dari aktifitas-aktifitas sebelumnya

## 2. Perhitungan Mundur

Sesudah langkah cara perhitungan maju selesai dilakukan sampai event yang terakhir, maka untuk pengecekan perlu dilakukan perhitungan mundur dimana perlu diperhatikan pokok-pokok pedoman utama sebagai berikut :

1. Saat paling lambat yang diijinkan pada event terakhir dari jaringan kerja disamakan dengan saat paling awal untuk event tersebut yang didapat dari cara perhitungan maju ( SL = SA ).
2. Saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk suatu aktifitas adalah (ML) sama dengan saat berakhir paling lambat (SL) yang diijinkan untuk kejadian berikutnya dikurangi waktu pelaksanaan aktifitas tersebut (d).
- 3.



$$BA = MA + d = SA + d \quad \text{.....} \quad (2.4)$$

Sumber : Nugraha.,P, Natan.,I,  
 Sutjipto.,R.(1986)

Gambar 2.1 Perhitungan Mundur

4. Untuk Burst event, saat paling lambat yang diijinkan untuk terjadinya suatu event sama dengan harga terkecil dari saat mulai paling lambat yang diijinkan untuk aktifitas-aktifitas sesudahnya.

## 3. Float (Penundaan)

Menurut Nugraha.,P, Natan.,I, Sutjipto.,R.(1986), *Float* atau *Slack* adalah sebagai skala waktu yang longgar bagi

pelaksanaan suatu aktivitas atau beberapa aktivitas, sehingga aktivitas tersebut pelaksanaannya dapat diperlambat secara maksimum sesuai dengan besarnya slack/float agar jadwal pelaksanaan proyek tidak terganggu.

### 2.3.1.2 Jalur Kritis

Suatu aktivitas dinamakan kritis apabila :

$$ES = LS \text{ atau } MA = ML \quad \text{.....} \quad (2.5)$$

$$EF = LF \text{ atau } BA = BL \quad \text{.....} \quad (2.6)$$

Ini berarti aktivitas tersebut tak dapat digeser-geser kekiri atau ke kanan searah skala waktu. Apabila aktifitas-aktifitas tersebut yang kritis saling berhubungan maka terjadilah **Jalur Kritis** (*Critical Path*)

### 2.3.2 Project Evaluation and Review Technique ( PERT )

Menurut Budi Santosa (1997), Metode analisis jaringan kerja yang banyak digunakan oleh para praktisi seperti PERT dan CPM, keduanya dapat mengklasifikasikan kegiatan sebagai kritis atau tidak kritis. Komputasi yang digunakan dalam proses penentuan kriteria apakah aktifitas termasuk kritis atau tidak kritis didasarkan pada algoritma jalur terpanjang seperti pada kasus pemrograman dinamis sehingga dapat dikatakan sederhana jika suatu aktifitas terletak pada jalur dalam rute maksimal.

Metode PERT (*program evaluation review technique*) adalah metode jaringan untuk penjadwalan proyek yang pertama kali dikembangkan pada pertengahan 1950-an untuk proyek kapal selam dengan Sistem Rudal Polaris. PERT digunakan untuk proyek-proyek yang baru dilaksanakan untuk pertama kali dimana estimasi waktu lebih ditekankan daripada biayanya.

Ciri utama PERT adalah adanya tiga perkiraan waktu yaitu : Waktu pesimis (b), Waktu paling mungkin (m), waktu optimis (a), ketiga waktu perkiraan itu selanjutnya digunakan untuk menghitung waktu yang diharapkan (expected time).

Waktu optimistis (a) adalah waktu minimum dari suatu kegiatan, dimana segala sesuatu akan berjalan baik, sangat kecil kemungkinan kegiatan selesai sebelum waktunya.

Waktu paling mungkin (m) adalah waktu normal untuk menyelesaikan kegiatan, waktu ini paling sering terjadi seandainya kegiatannya bisa diulang.

Waktu pesimistis (b) adalah waktu maksimal yang diperlukan suatu kegiatan, situasi ini terjadi bila nasib buruk terjadi. Estimasi waktu-waktu tersebut diperoleh dari orang yang ahli atau orang yang akan melakukan kegiatan tersebut.

Teknik PERT juga mengasumsikan bahwa waktu kegiatan aktual menyebar mengikuti sebaran peluang beta (*the beta probability distribution*). Sebaran ini menjulur kekanan dengan dugaan waktu yang mempunyai kemungkinan melebihi rata-rata daripada kurang dari rata-rata.

Ketiga waktu estimasi tersebut berhubungan dengan bentuk distribusi beta dengan parameter a dan b pada titik akhir dan m sebagai modus, data yang paling sering terjadi.

Berdasarkan distribusi ini, waktu rata-rata atau waktu yang diharapkan  $t_e$  dan variansi  $v$  untuk setiap kegiatan dapat dihitung dengan rumus :

$$t_e = \frac{a + 4m + b}{6} \dots\dots\dots (2.7)$$

$$v = \left( \frac{b - a}{2} \right)^2 \dots\dots\dots (2.8)$$

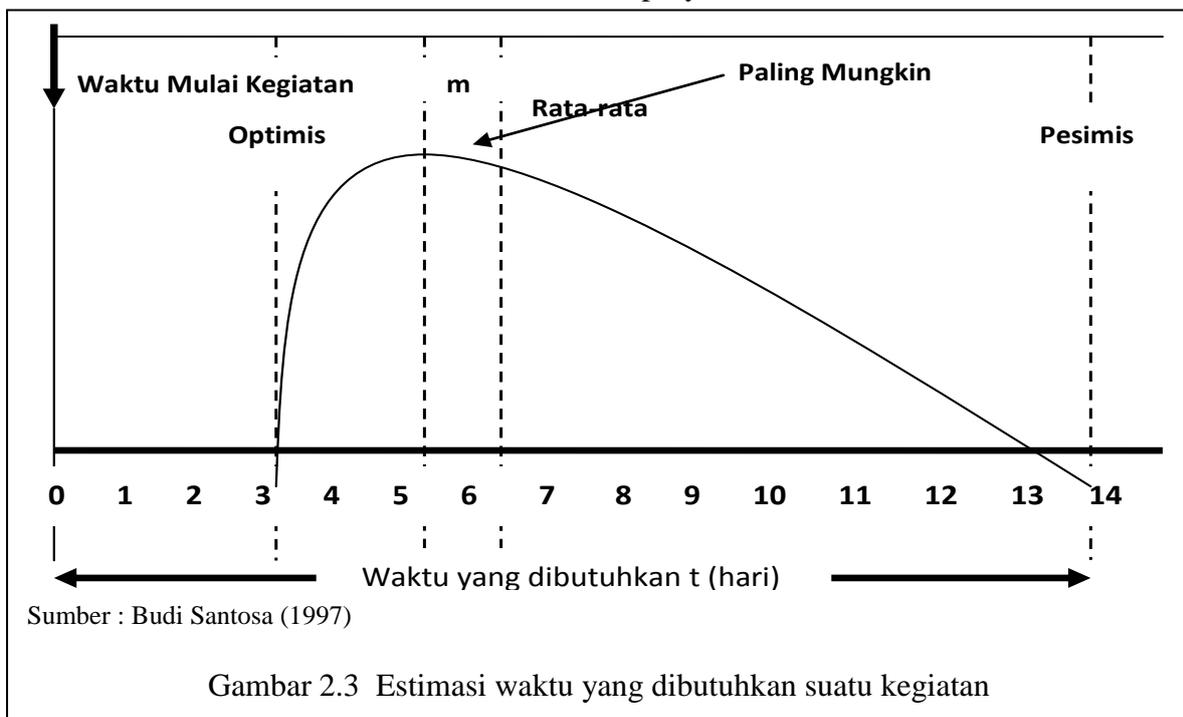
$$t_e = \frac{3 + 4(5) + 13}{6}$$

$$v = \left( \frac{13 - 3}{6} \right)^2 = 2,78$$

Semakin besar nilai  $v$  maka semakin kecil  $t_e$  bisa dipercaya, dan semakin tinggi kemungkinan kegiatan yang bersangkutan selesai lebih awal atau lebih lambat daripada  $t_e$

Secara sederhana semakin jauh selisih antara **a** dan **b** maka semakin besar distribusinya dan semakin besar peluang waktu aktual pelaksanaan kegiatan secara signifikan berbeda dari waktu yang diharapkan  $t_e$  begitu juga berlaku sebaliknya.

Jika semua kegiatan dalam proyek sudah diketahui beserta waktu yang diharapkan  $t_e$ , maka umur proyek bisa ditentukan dari jumlah total ke dalam lintasa kritis (LK). Secara matematis umur proyek adalah :



Gambar 2.3 Estimasi waktu yang dibutuhkan suatu kegiatan

$$te = \frac{\sum te}{LK} \dots\dots\dots (2.9)$$

Dimana **Te** adalah waktu yang diharapkan dari kegiatan-kegiatan dalam lintasan kritis.

Umur proyek **Te** ini bisa dianggap sebagai distribusi peluang dengan suatu rata-rata **Te**. Sehingga peluang selesainya proyek sebelum waktu **Te** dan sesudah waktu **Te** masing-masing adalah lebih kecil dari 50% dan lebih besar dari 50%. Peluang proyek berumur sama dengan **Te** adalah 50%. Variansi dari umur proyek adalah jumlah variansi pada tiap kegiatan dilintasan kritis proyek yaitu :

$$Vp = \frac{\sum v}{LK} \dots\dots\dots (2.10)$$

Dimana v adalah variansi tiap kegiatan disepanjang lintasan kritis.

### 2.3.3 Alokasi Sumber Daya

Menurut Oetomo, Perbedaan mendasar antara PERT dan CPM adalah, PERT digunakan Apabila menggunakan waktu dengan ketidakpastian penyelesaian dengan probabilistik, sedangkan CPM digunakan apabila waktu kegiatan proyek adalah determinalistik atau waktu yang telah ditetapkan dan menetapkan adanya pertukaran (*Trade Offs*) antara penjadwalan waktu dan biaya proyek dan sumberdaya lainnya seperti tenaga kerja dan peralatan. Melalui metode CPM mengasumsikan bahwa kegiatan pelaksanaan proyek dapat dipersingkat atau diperpendek (*crashed*) dengan menambah sumberdaya, tenaga kerja, peralatan, biaya dan sumberdaya lainnya, apabila tidak ada ketentuan atau penjelasan maka kegiatan proyek dalam keadaan biaya normal dan dengan waktu normal, sekarang akan membahas yang lebih khusus tentang alokasi sumberdaya dalam penjadwalan proyek, bahwa dalam melakukan alokasi sumberdaya diantara tugas atau kegiatan proyek lebih baik mengetahui lebih dulu penjadwalan yang telah didapatkan, dalam mempertimbangkan alokasi sumberdaya baik secara individu maupun secara kelompok dari banyak proyek secara bersama-sama.

Dalam menentukan waktu, proyek mempunyai waktu tetap yang tidak dapat dirubah meskipun banyak sumberdaya yang disediakan. Waktu yang tetap yang tidak dapat dirubah tersebut ialah jam-orang (*labor-hours*) dari banyak jenis sumberdaya manusia seperti tenaga khusus professional atau pelayana teknis. Sedangkan waktu tetap dalam jam-mesin (*machine -hours*) dari banyak jenis sumberdaya peralatan adalah seperti keterbatasan alat-alat mesin dan alat-alat instrumen. Waktu tetap yang lain adalah penggunaan jam dari waktu yang telah dipastikan (*computing time*), kelangkaan sumberdaya (*scarce-resources*) yang dibutuhkan dalam pelaksanaan proyek, Melakukan perpendekan dan perubahan waktu seperti yang telah disebutkan tidak dapat dilakukan meskipun dengan biaya yang mahal sekalipun. Dalam masalah pengalokasian sumberdaya yang melibatkan pertukaran tersebut berbeda antara suatu proyek dengan proyek yang lain hubungan dengan pembebanan sumberdaya (*recorce loading*) dan perataan sumber daya (*recource leveling*).

Adapun alokasi sumber daya yang berpengaruh terhadap selesainya suatu pekerjaan adalah kenaikan biaya (*cost slope*) dan pembedaan biaya pada percepatan waktu .

## III. METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian adalah proyek gedung Hiperbarik 3 lantai Rumah Sakit Paru Jember terletak di jalan Nusa Indah Jember. Penelitian yang akan dilaksanakan selama 4 bulan, diawali dengan tahapan persiapan yang meliputi survei lapangan dan pengumpulan data sekunder. Tahap berikutnya adalah tahap pelaksanaan penelitian yang terdiri dari konsultasi dan observasi lapangan serta wawancara langsung.

### 3.2. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah form proyek gedung Hiperbarik 3 lantai Rumah Sakit Paru Jember terletak di jalan Nusa Indah Jember. Penelitian ini adalah penelitian yang menggunakan metode survei yaitu metode penelitian dengan data dari sampel. Dalam penelitian ini data yang dibutuhkan adalah : data primer dan data sekunder

### 3.3 Prosedur Pengumpulan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan menganalisis biaya pelaksanaan proyek pembangunan gedung Hiperbarik RS Paru jember untuk mengetahui proporsi biaya untuk sumber daya proyek.

Tabel 3.1 Data Yang Digunakan

No.	Kebutuhan Data	Sumber Data
1	Rencana Anggaran Biaya Proyek	Dokumen kontrak
2	Daftar Analisa Harga Bahan Dan Upah	Dokumen kontrak
3	Analisa Volume Pekerjaan	Dokumen kontrak
4	Time Schedulle Proyek	Dokumen kontrak
5	Kontrak Proyek	Dokumen kontrak
6	Metode Pelaksanaan Pekerja	Dokumen kontrak
7	Jumlah Tenaga Kerja	Dokumen Laporan harian

### 3.4. Cara Analisis Data

Dalam penelitian Analisis Waktu dan Biaya Pembangunan Gedung Hiperbarik 3 Lantai Rumah Sakit Paru Jember ini digunakan teknik penjadwalan dengan metode jaringan kerja berupa CPM dan PERT, dalam hal ini ada beberapa tahapan yaitu :

- Tahap Informasi
- Penentuan Waktu Pelaksanaan Aktivitas Proyek
- Pembuatan Diagram Network
- Perhitungan Kelonggaran Waktu
- Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja
- Perhitungan Biaya Proyek
- Pembuatan Kurva S

## IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pembuatan Jadwal Waktu Pelaksanaan Pekerjaan

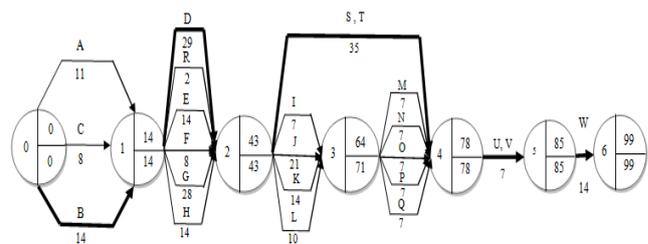
Pelaksanaan pekerjaan proyek dilakukan selama 100 hari.

### 4.2 Penentuan Waktu Pelaksanaan Aktivitas Proyek

Dari data jadwal pelaksanaan pekerjaan proyek tersebut kemudian dibuat daftar waktu pelaksanaan aktivitas.

### 4.3 Pembuatan Diagram Network

Dari daftar waktu pelaksanaan aktivitas proyek tersebut, kemudian dibuat diagram network sebagai berikut :



Gambar 4.1 Diagram Network Pelaksanaan Pembangunan Gedung Hiperbarik Rumah Sakit Paru Jember

Pada gambar 4.1 memperlihatkan diagram network setelah dilakukan perhitungan maju dan perhitungan mundur, maka waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan proyek adalah 99 hari.

### 4.4 Perhitungan Kelonggaran Waktu

Selanjutnya dilakukan perhitungan kelonggaran waktu (*float/slack*) dari aktivitas (i,j), yang terdiri atas total float dan free float.

Total *float* adalah jumlah waktu di mana waktu penyelesaian suatu aktivitas dapat diundur tanpa mempengaruhi saat paling cepat dari penyelesaian proyek secara keseluruhan, karena itu total float ini dihitung dengan cara mencari selisih antara saat paling lambat dimulainya aktivitas dengan saat paling cepat dimulainya aktivitas (LS-ES), atau bisa juga dengan mencari selisih antara saat paling lambat

diselesaikannya aktivitas dengan saat paling cepat diselesaikannya aktivitas (LF-EF). Dalam hal ini cukup dipilih salah satu saja. Dari diagram network pada gambar 4.1 didapatkan kelonggaran waktu sebagai berikut :

Aktivitas A	: $S_{(0,1)} = 14 - 0 - 11 = 3$	$SF_{(0,1)} = 14 - 0 - 11 = 3$
Aktivitas B	: $S_{(0,1)} = 14 - 0 - 14 = 0$	$SF_{(0,1)} = 14 - 0 - 14 = 0$
Aktivitas C	: $S_{(0,1)} = 14 - 0 - 8 = 6$	$SF_{(0,1)} = 14 - 0 - 8 = 6$
Aktivitas D	: $S_{(1,2)} = 43 - 14 - 29 = 0$	$SF_{(1,2)} = 43 - 14 - 29 = 0$
Aktivitas E	: $S_{(1,2)} = 43 - 14 - 14 = 15$	$SF_{(1,2)} = 43 - 14 - 14 = 15$
Aktivitas F	: $S_{(1,2)} = 43 - 14 - 8 = 21$	$SF_{(1,2)} = 43 - 14 - 8 = 21$
Aktivitas G	: $S_{(1,2)} = 43 - 14 - 28 = 1$	$SF_{(1,2)} = 43 - 14 - 28 = 1$
Aktivitas H	: $S_{(1,2)} = 43 - 14 - 14 = 15$	$SF_{(1,2)} = 43 - 14 - 14 = 15$
Aktivitas R	: $S_{(1,2)} = 43 - 14 - 23 = 6$	$SF_{(1,2)} = 43 - 14 - 23 = 6$
Aktivitas I	: $S_{(2,3)} = 71 - 43 - 7 = 21$	$SF_{(2,3)} = 71 - 43 - 7 = 21$
Aktivitas J	: $S_{(2,3)} = 71 - 43 - 21 = 7$	$SF_{(2,3)} = 71 - 43 - 21 = 7$
Aktivitas K	: $S_{(2,3)} = 71 - 43 - 14 = 14$	$SF_{(2,3)} = 71 - 43 - 14 = 14$
Aktivitas L	: $S_{(2,3)} = 71 - 43 - 10 = 18$	$SF_{(2,3)} = 71 - 43 - 10 = 18$
Aktivitas S	: $S_{(2,4)} = 78 - 43 - 35 = 0$	$SF_{(2,4)} = 78 - 43 - 35 = 0$
Aktivitas T	: $S_{(2,4)} = 78 - 43 - 35 = 0$	$SF_{(2,4)} = 78 - 43 - 35 = 0$
Aktivitas M	: $S_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$	$SF_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$
Aktivitas N	: $S_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$	$SF_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$
Aktivitas O	: $S_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$	$SF_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$
Aktivitas P	: $S_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$	$SF_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$
Aktivitas Q	: $S_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$	$SF_{(3,4)} = 78 - 64 - 7 = 7$
Aktivitas U	: $S_{(4,5)} = 85 - 78 - 7 = 0$	$SF_{(4,5)} = 85 - 78 - 7 = 0$
Aktivitas V	: $S_{(4,5)} = 85 - 78 - 7 = 0$	$SF_{(4,5)} = 85 - 78 - 7 = 0$
Aktivitas W	: $S_{(5,6)} = 99 - 85 - 14 = 0$	$SF_{(5,6)} = 99 - 85 - 14 = 0$

Suatu aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran (float) disebut aktivitas kritis. Sehingga aktivitas kritis mempunyai  $S=SF=0$ . Pada perhitungan tersebut, aktivitas kritisnya adalah aktivitas:

- B : Pekerjaan Tanah,
- D : Pekerjaan Pondasi,
- S : Pekerjaan Mekanikal,
- T : Pekerjaan Elektrikal,
- U : Penyambungan Daya Listrik ( PLN ) ,
- V : Penyambungan Telepon ( Telkom ) ,
- W : Pekerjaan Site Development.

Perhitungan aktivitas kritis ini dapat ditabelkan untuk pembuatan peta waktu (*time chart*) pelaksanaan proyek.

Jika total float sama dengan free float, maka aktivitas-aktivitas yang tidak kritis dapat dijadwalkan kapan saja, diantara ES dan LF nya masing-masing. Pada tabel 4.3 aktivitas-aktivitas bukan kritis dengan total float sama dengan free float adalah :

- A : Pekerjaan Persiapan,
- C : Sub. Struktur / Pondasi,
- E : Pekerjaan Pasangan 7 Beton Praktis,
- F : Pekerjaan Plesteran / Benangan,
- G : Pekerjaan Pintu / Jendela,
- H : Bangunan Utama,
- R : Upper Struktur / Beton,
- M : Pekerjaan Railing Tangga,

- N : Pemipaan Air Kotor & Sanitary,
- O : Pemipaan Air Bersih & Kelengkapan,
- P : Pengadaan Panel dan
- Q : Instalasi Penerangan & Armatur.

Jika free floatnya sama dengan nol, maka aktivitas-aktivitas tersebut tidak boleh diundur pelaksanaannya. Harus dimulai pada ES masing-masing. Pada tabel 4.3 aktivitas-aktivitas bukan kritis dengan free float sama dengan nol adalah

- J : Pekerjaan Pelapis Lantai / Dinding

Jika total float lebih besar dari pada free float ( $free\ float \neq 0$ ), maka saat dimulainya aktivitas-aktivitas yang tidak kritis dapat diundur relatif terhadap saat tercepat dimulainya aktivitas-aktivitas tersebut. Lamanya pengunduran waktu ini tidak boleh lebih dari besarnya free float, dan aktivitas-aktivitas berikutnya tidak terganggu. Pada tabel 4.3 aktivitas-aktivitas bukan kritis dengan total float lebih besar dari pada free float adalah :

- I : Rangka Atap Grill Hollow + 12,90,
- K : Pekerjaan Langit - Langit & List,
- L : Pekerjaan Finishing.

#### 4.5 Pembuatan Peta Waktu

Langkah selanjutnya dilakukan pembuatan peta waktu yang merupakan jadwal pelaksanaan proyek. Peta ini dibuat dengan memperhatikan batasan-batasan sumber yang dapat digunakan. Pembuatan peta ini memanfaatkan total float dari aktivitas-aktivitas yang tidak kritis untuk digunakan sebagai pengaturan sumber yang diperlukan.

Dari pembuatan peta waktu didapatkan aktivitas-aktivitas yang tidak mempunyai kelonggaran (float) disebut aktivitas kritis adalah :

Tabel 4.4 Jadwal Aktivitas Kritis

Uraian Pekerjaan	Waktu Pelaksanaan (Hari)	Jadwal Pelaksanaan
<b>BANGUNAN GEDUNG UTAMA</b>		
B. Pekerjaan Tanah	14	hari ke 1 sampai ke hari ke 14
<b>Pekerjaan Struktur Beton</b>		
D. Upper Struktur / Beton	29	hari ke 15 sampai ke hari ke 43
<b>PEKERJAAN MEKANIKAL &amp; ELEKTRIKAL</b>		
S. Pekerjaan Mekanikal	35	hari ke 44 sampai ke hari ke 78
T. Pekerjaan Elektrikal	35	hari ke 44 sampai ke hari ke 78
<b>BIAYA PENYAMBUNGAN</b>		
U. Penyambungan Daya Listrik (PLN)	7	hari ke 79 sampai ke hari ke 85
V. Penyambungan Telepon (Telkom)	7	hari ke 79 sampai ke hari ke 85
<b>PEKERJAAN SITE DEVELOPMENT</b>		
W. Pekerjaan Site Development	14	hari ke 86 sampai ke hari ke 99

Sumber : Hasil Olahan

Aktivitas-aktivitas yang bukan kritis dengan *free float* sama dengan nol dan tidak boleh diundur pelaksanaannya adalah

Tabel 4.5 Jadwal Aktivitas Yang Tidak Boleh Diundur Pelaksanaannya

Uraian Pekerjaan	Waktu Pelaksanaan (Hari)	Jadwal Pelaksanaan
<b>BANGUNAN GEDUNG UTAMA</b>		
J. Pekerjaan Pelapis Lantai / Dinding	21	hari ke 44 sampai ke hari ke 64

Sumber : Hasil Olahan

Aktivitas-aktivitas yang tidak kritis dan dapat dijadwalkan secara bebas adalah

Tabel 4.6 Jadwal Aktivitas Tidak Kritis Dan Dapat Dijadwalkan Secara Bebas

Uraian Pekerjaan	Waktu Pelaksanaan (Hari)	Jadwal Pelaksanaan
<b>BANGUNAN GEDUNG UTAMA</b>		
A. Pekerjaan Persiapan	11	hari ke 1 sampai ke hari ke 11
<b>Pekerjaan Struktur Beton</b>		
C. Sub. Struktur / Pondasi	8	hari ke 1 sampai ke hari ke 8
E. Pekerjaan Pasangan 7 Beton Praktis	14	hari ke 15 sampai ke hari ke 28
F. Pekerjaan Plesteran / Benangan	8	hari ke 15 sampai ke hari ke 22
G. Pekerjaan Pintu / Jendela	28	hari ke 15 sampai ke hari ke 42
<b>Pekerjaan Rangka Baja &amp; Penutup Atap</b>		
H. Bangunan Utama	14	hari ke 15 sampai ke hari ke 28
R. Pekerjaan Pondasi	23	hari ke 15 sampai ke hari ke 37
M. Pekerjaan Railling Tangga	7	hari ke 64 sampai ke hari ke 70
<b>Pekerjaan Instalasi Air Kotor / Bersih</b>		
N. Pemipaan Air Kotor & Sanitary	7	hari ke 64 sampai ke hari ke 70
O. Pemipaan Air Bersih & Kelengkapan	7	hari ke 64 sampai ke hari ke 70
<b>Pekerjaan Panel &amp; Instalasi Penerangan / Armatur</b>		
P. Pengadaan Panel	7	hari ke 64 sampai ke hari ke 70
Q. Instalasi Penerangan & Armatur	7	hari ke 64 sampai ke hari ke 70

Sumber : Hasil Olahan

Aktivitas-aktivitas yang tidak kritis dapat diundur relatif terhadap saat tercepat dimulainya aktivitas-aktivitas tersebut adalah

Tabel 4.7 Jadwal Aktivitas Tidak Kritis Dan Dapat Diundur Relatif Terhadap Saat Tercepat Dimulainya Aktivitas

Uraian Pekerjaan	Waktu Pelaksanaan (Hari)	Jadwal Pelaksanaan
<b>BANGUNAN GEDUNG UTAMA</b>		
I. Rangka Atap Grill Hollow + 12,90	7	hari ke 44 sampai ke hari ke 50
K. Pekerjaan Langit - Langit & List	14	hari ke 44 sampai ke hari ke 57
L. Pekerjaan Finishing	10	hari ke 44 sampai ke hari ke 53

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.6 Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja

Selanjutnya dilakukan perhitungan jumlah tenaga kerja proyek pembangunan gedung hyperbarik rumah sakit paru Jember adalah sebagai berikut:

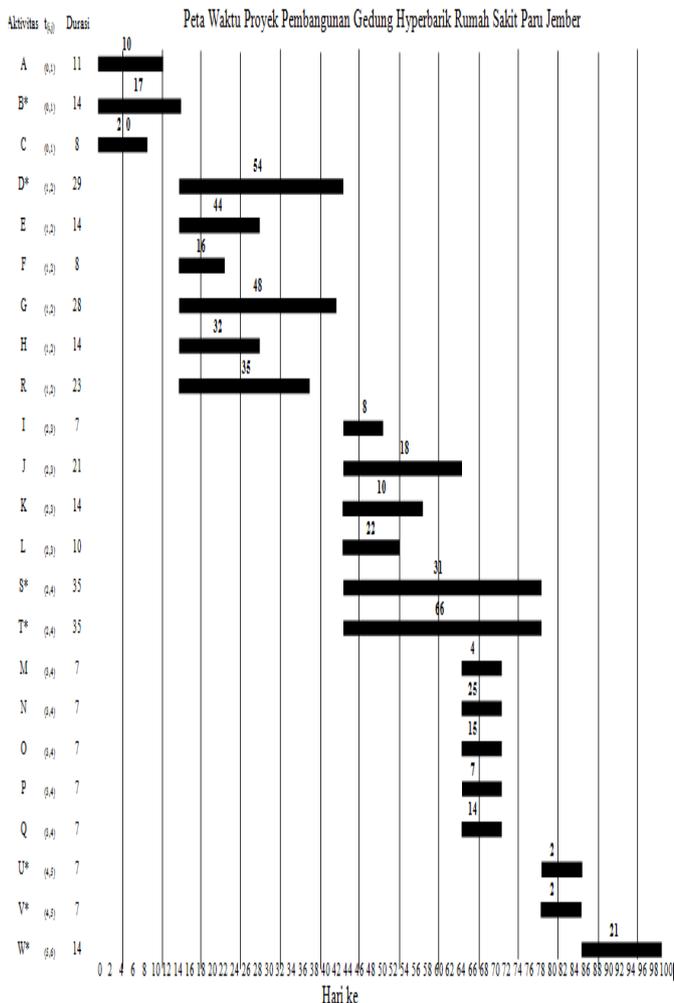
Tabel 4.8 Hasil Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja

Aktivitas	Uraian Pekerjaan	Bobot (%)	Waktu (Hari)	Jumlah Tenaga Kerja
<b>BANGUNAN GEDUNG UTAMA</b>				
A	Pekerjaan Persiapan	0.464	11	10
B	Pekerjaan Tanah	1.614	14	17
<b>Pekerjaan Struktur Beton</b>				
C	Sub. Struktur / Pondasi	7.157	8	20
D	Upper Struktur / Beton	32.794	29	54
E	Pekerjaan Pasangan 7 Beton Praktis	5.988	14	44
F	Pekerjaan Plesteran / Benangan	3.186	8	16
G	Pekerjaan Pintu / Jendela	8.056	28	48
<b>Pekerjaan Rangka Baja &amp; Penutup Atap</b>				
H	Bangunan Utama	4.401	14	32
I	Rangka Atap Grill Hollow + 12,90	1.74	7	8
J	Pekerjaan Pelapis Lantai / Dinding	3.05	21	18
K	Pekerjaan Langit - Langit & List	2.086	14	10
L	Pekerjaan Finishing	1.194	10	22
M	Pekerjaan Railling Tangga	0.101	7	4
<b>Pekerjaan Instalasi Air Kotor / Bersih</b>				
N	Pemipaan Air Kotor & Sanitary	1.44	7	25
O	Pemipaan Air Bersih & Kelengkapan	0.719	7	15
<b>Pekerjaan Panel &amp; Instalasi Penerangan / Armatur</b>				
P	Pengadaan Panel	0.192	7	7
Q	Instalasi Penerangan & Armatur	1.156	7	14
R	Pekerjaan Pondasi	2.955	23	35
<b>PEKERJAAN MEKANIKAL &amp; ELEKTRIKAL</b>				
S	Pekerjaan Mekanikal	6.246	35	31
T	Pekerjaan Elektrikal	9.94	35	66
<b>BIAYA PENYAMBUNGAN</b>				
U	Penyambungan Daya Listrik ( PLN )	3.573	7	2
V	Penyambungan Telepon ( Telkom )	0.046	7	2
<b>PEKERJAAN SITE DEVELOPMENT</b>				
W	Pekerjaan Site Development	1.902	14	21

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.6.1 Perhitungan Distribusi Jumlah Tenaga Kerja Pada Aktivitas Paling Cepat

Dari tabel 4.8 dapat digambarkan distribusi jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada masing-masing aktivitas saat dilakukan aktivitas paling cepat sebagai berikut :



Gambar 4.3 Jumlah Tenaga Kerja Pada Saat Aktivitas Paling Cepat

Dari gambar 4.3 dapat dihitung distribusi jumlah tenaga kerja setiap minggu pada masing-masing aktivitas saat dilakukan aktivitas paling cepat sebagai berikut :

Tabel 4.9 Perhitungan Distribusi Jumlah Tenaga Kerja Setiap Minggu Pada Saat Aktivitas Paling Cepat

Minggu ke	Waktu (hari)	Jumlah Tenaga Kerja yang Diperlukan
1	4	47
2	7	47
3	7	246
4	7	229
5	7	213
6	7	137
7	7	257
8	7	155
9	7	125
10	7	180
11	7	162

12	7	101
13	7	25
14	7	21
15	4	21
Jumlah		1.966

Sumber : Hasil Olahan

Pada tabel 4.9 distribusi jumlah maksimum tenaga kerja yang dibutuhkan pada saat aktivitas paling cepat adalah 257 orang pada minggu ke 7. Hal tersebut proyek terlalu banyak menggunakan tenaga kerja pada minggu ke 7 sementara di minggu yang lain sedikit menggunakan tenaga kerja, sehingga distribusi pemakaian tenaga kerja tidak merata.

#### 4.6.2 Perubahan Jadwal Aktivitas Pada Saat Mengalami Keterlambatan

Sambil menunggu mesin hyperbarik datang, dilakukan pergeseran jadwal pekerjaan sebagai berikut :

Tabel 4.10 Perubahan Jadwal Aktivitas Pada Saat Mengalami Keterlambatan

Aktivitas	Uraian Pekerjaan	Jadwal Pelaksanaan Aktivitas Paling Cepat		Aktivitas Mengalami Keterlambatan	
		Mulai	Selesai	Mulai	Selesai
<b>BANGUNAN GEDUNG UTAMA</b>					
A	Pekerjaan Persiapan	1	11	1	11
B	Pekerjaan Tanah	1	14	5	18
<b>Pekerjaan Struktur Beton</b>					
C	Sub. Struktur / Pondasi	1	8	11	18
D	Upper Struktur / Beton	15	43	19	47
E	Pekerjaan Pasangan 7 Beton Praktis	15	28	26	39
F	Pekerjaan Plesteran / Benangan	15	22	40	47
G	Pekerjaan Pintu / Jendela	15	42	48	75
<b>Pekerjaan Rangka Baja &amp; Penutup Atap</b>					
H	Bangunan Utama	15	28	54	67
I	Rangka Atap Grill Hollow + 12.90	44	50	68	74
J	Pekerjaan Pelapis Lantai / Dinding	44	64	61	81
K	Pekerjaan Langit - Langit & List	44	57	67	80
L	Pekerjaan Finishing	44	53	67	76
M	Pekerjaan Railling Tangga	64	70	75	81
<b>Pekerjaan Instalasi Air Kotor / Bersih</b>					
N	Pemipaan Air Kotor & Sanitary	64	70	75	81
O	Pemipaan Air Bersih & Kelengkapan	64	70	75	81
<b>Pekerjaan Panel &amp; Instalasi Penerangan / Armatur</b>					
P	Pengadaan Panel	64	70	75	81
Q	Instalasi Penerangan & Armatur	64	70	75	81
R	Pekerjaan Pondasi	15	37	9	17
<b>PEKERJAAN MEKANIKAL &amp; ELEKTRIKAL</b>					
S	Pekerjaan Mekanikal	44	78	61	95
T	Pekerjaan Elektrikal	44	78	61	95
<b>BIAYA PENYAMBUNGAN</b>					
U	Penyambungan Daya Listrik ( PLN )	79	85	82	88
V	Penyambungan Telepon ( Telkom )	79	85	82	88
<b>PEKERJAAN SITE DEVELOPMENT</b>					
W	Pekerjaan Site Development	86	99	86	99

Sumber : Hasil Olahan

Dari tabel 4.10 dapat digambarkan peta waktu saat dilakukan aktivitas mengalami keterlambatan 21 hari sebagai berikut

#### 4.6.3 Perubahan Jumlah Tenaga Kerja Pada Saat Mengalami Keterlambatan

Setelah dilakukan perubahan jadwal aktivitas karena mengalami keterlambatan 21 hari, untuk menyesuaikan waktu penyelesaian pekerjaan agar tepat waktu, dilakukan perubahan jumlah tenaga kerja sebagai berikut :

Tabel 4.11 Perubahan Jumlah Tenaga Kerja Pada Saat Mengalami Keterlambatan

Aktivitas	Uraian Pekerjaan	Waktu (Hari)	Aktivitas Paling Cepat	Aktivitas Mengalami Keterlambatan
	<b>BANGUNAN GEDUNG UTAMA</b>			
C	Sub. Struktur / Pondasi	8	20	25
D	Upper Struktur / Beton	29	54	58
E	Pekerjaan Pasangan 7 Beton Praktis	14	44	48
F	Pekerjaan Plesteran / Benangan	8	16	20
G	Pekerjaan Pintu / Jendela	28	48	50

Sumber : Hasil Olahan

Perubahan jumlah tenaga kerja pada saat mengalami keterlambatan 21 hari dilakukan pada aktivitas C. Sub. Struktur / Pondasi dari 20 orang menjadi 25 orang, aktivitas D. Upper Struktur / Beton dari 54 orang menjadi 58 orang, aktivitas E. Pekerjaan Pasangan / Beton Praktis dari 44 orang menjadi 48 orang, aktivitas F. Pekerjaan Plesteran / Benangan dari 16 orang menjadi 20 orang, aktivitas G. Pekerjaan Pintu / Jendela dari 48 orang menjadi 50 orang,

Setelah dilakukan perubahan jumlah tenaga kerja, kemudian dapat digambarkan jumlah tenaga kerja yang diperlukan pada masing-masing aktivitas saat dilakukan aktivitas mengalami keterlambatan 21 hari sebagai berikut :

#### 4.6.4 Perhitungan Distribusi Jumlah Tenaga Kerja Pada Aktivitas Mengalami Keterlambatan

Dari gambar 4.5 dapat dihitung jumlah tenaga kerja setiap minggu pada masing-masing aktivitas saat dilakukan aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari sebagai berikut :

Tabel 4.12 Perhitungan Distribusi Jumlah Tenaga Kerja Setiap Minggu Pada Saat Aktivitas Mengalami Keterlambatan Selama 21 Hari

Minggu ke	Waktu (hari)	Jumlah Tenaga Kerja yang Diperlukan
1	4	10
2	7	82
3	7	72
4	7	58
5	7	106
6	7	106
7	7	78
8	7	163
9	7	117
10	7	197
11	7	205
12	7	212
13	7	122
14	7	118
15	4	21
Jumlah		1.667

Sumber : Hasil Olahan

Pada tabel 4.12 distribusi jumlah maksimum tenaga kerja yang dibutuhkan pada saat aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari adalah 212 orang pada minggu ke 12.

#### 4.6.5 Perbandingan Distribusi Jumlah Tenaga Kerja

Perbandingan distribusi jumlah tenaga kerja yang diperlukan setiap minggu pada saat aktivitas paling cepat dan pada saat aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari adalah sebagai berikut :

Tabel 4.13 Perbandingan Distribusi Jumlah Tenaga Kerja Pada Saat Aktivitas Paling Cepat dan Aktivitas Mengalami Keterlambatan 21 hari

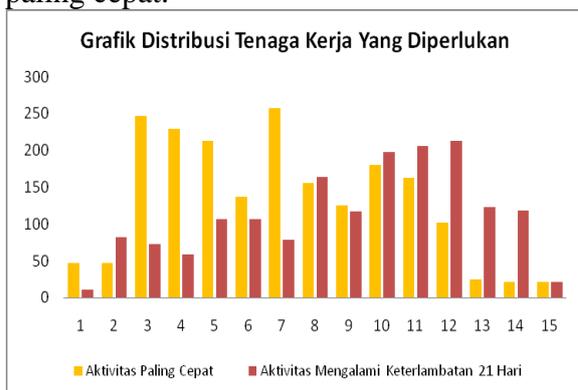
Minggu ke	Jumlah Tenaga Kerja yang Diperlukan	
	Aktivitas Paling Cepat	Aktivitas Mengalami Keterlambatan Selama 21 Hari
1	47	10
2	47	82
3	246	72
4	229	58
5	213	106
6	137	106
7	257	78
8	155	163
9	125	117
10	180	197
11	162	205

Minggu ke	Jumlah Tenaga Kerja yang Diperlukan	
	Aktivitas Paling Cepat	Aktivitas Mengalami Keterlambatan Selama 21 Hari
12	101	212
13	25	122
14	21	118
15	21	21
Jumlah	1.966	1.667

Sumber : Hasil Olahan

Pada tabel 4.13 terlihat distribusi jumlah tenaga kerja maksimum aktivitas paling cepat sebesar 257 orang dengan jumlah total 1.966 orang, dan jumlah tenaga kerja maksimum aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari sebesar 212 orang dengan jumlah total 1.667 orang.

Dilihat dari distribusi jumlah tenaga kerja per minggu, tampak bahwa distribusi jumlah tenaga kerja aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari lebih merata dibandingkan dengan distribusi jumlah tenaga kerja aktivitas paling cepat.



Gambar 4.6 Grafik Perbandingan Distribusi Jumlah Tenaga Kerja per Minggu

#### 4.7 Perhitungan Biaya Proyek

Selanjutnya dilakukan perhitungan biaya proyek pembangunan gedung hiperbarik rumah sakit paru Jember adalah sebagai berikut:

Tabel 4.14 Hasil Perhitungan Biaya per Hari

Aktivitas	Uraian Pekerjaan	Waktu (Hari)	Biaya	Biaya per Hari
	BANGUNAN GEDUNG UTAMA			
A	Pekerjaan Persiapan	11	15,008,971.20	1,364,451.93
B	Pekerjaan Tanah	14	52,185,112.60	3,727,508.04
	Pekerjaan Struktur Beton			
C	Sub. Struktur / Pondasi	8	231,355,784.75	28,919,473.09
D	Upper Struktur / Beton	29	1,060,139,877.34	36,556,547.49
E	Pekerjaan Pasangan 7 Beton Praktis	14	193,579,871.50	13,827,133.68
F	Pekerjaan Plesteran / Benangan	8	102,998,339.47	12,874,792.43
G	Pekerjaan Pintu / Jendela	28	260,441,426.44	9,301,479.52
	Pekerjaan Rangka Baja & Penutup Atap			

Aktivitas	Uraian Pekerjaan	Waktu (Hari)	Biaya	Biaya per Hari
H	Bangunan Utama	14	142,264,250.47	10,161,732.18
I	Rangka Atap Grill Hollow + 12,90	7	56,245,566.44	8,035,080.92
J	Pekerjaan Pelapis Lantai / Dinding	21	98,370,051.28	4,684,288.16
K	Pekerjaan Langit - Langit & List	14	67,430,345.67	4,816,453.26
L	Pekerjaan Finishing	10	38,601,329.21	3,860,132.92
M	Pekerjaan Railling Tangga	7	3,250,000.00	464,285.71
	Pekerjaan Instalasi Air Kotor / Bersih			
N	Pemipaan Air Kotor & Sanitary	7	46,553,112.40	6,650,444.63
O	Pemipaan Air Bersih & Kelengkapan	7	23,230,000.00	3,318,571.43
	Pekerjaan Panel & Instalasi Penerangan / Armatur			
P	Pengadaan Panel	7	6,210,000.00	887,142.86
Q	Instalasi Penerangan & Armatur	7	37,370,400.00	5,338,628.57
R	Pekerjaan Pondasi	23	95,535,573.61	4,153,720.59
	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL			
S	Pekerjaan Mekanikal	35	199,424,506.85	5,697,843.05
T	Pekerjaan Elektrikal	35	321,327,000.00	9,180,771.43
	BIAYA PENYAMBUNGAN			
U	Penyambungan Daya Listrik (PLN)	7	115,500,000.00	16,500,000.00
V	Penyambungan Telepon (Telkom)	7	1,500,000.00	214,285.71
	PEKERJAAN SITE DEVELOPMENT			
W	Pekerjaan Site Development	14	61,478,254,600	4,391,303.90
	Jumlah		3,229,999,773.82	
	PPN 10%		322,999,977.38	
	Jumlah Biaya Fisik Konstruksi		3,552,999,751.20	
	Dibulatkan		3,552,999,000.00	

Sumber : Hasil Olahan

Dari tabel 4.14 dapat dilakukan perhitungan biaya per orang per hari sebagai berikut:

Tabel 4.15 Hasil Perhitungan Biaya per Orang per Hari

Aktivitas	Uraian Pekerjaan	Jumlah Tenaga Kerja (Orang)	Biaya per Hari (Rp)	Biaya per Orang per Hari (Rp)
	BANGUNAN GEDUNG UTAMA			
A	Pekerjaan Persiapan	10	1,364,451.93	136,445.19
B	Pekerjaan Tanah	17	3,727,508.04	219,265.18
	Pekerjaan Struktur Beton			
C	Sub. Struktur / Pondasi	20	28,919,473.09	1,445,973.65
D	Upper Struktur / Beton	54	36,556,547.49	676,973.10
E	Pekerjaan Pasangan 7 Beton Praktis	44	13,827,133.68	314,253.04
F	Pekerjaan Plesteran / Benangan	16	12,874,792.43	804,674.53
G	Pekerjaan Pintu / Jendela	48	9,301,479.52	193,780.82
	Pekerjaan Rangka Baja & Penutup Atap			
H	Bangunan Utama	32	10,161,732.18	317,554.13
I	Rangka Atap Grill Hollow + 12,90	8	8,035,080.92	1,004,385.12
J	Pekerjaan Pelapis Lantai / Dinding	18	4,684,288.16	260,238.23
K	Pekerjaan Langit - Langit & List	10	4,816,453.26	481,645.33
L	Pekerjaan Finishing	22	3,860,132.92	175,460.59
M	Pekerjaan Railling Tangga	4	464,285.71	116,071.43
	Pekerjaan Instalasi Air Kotor / Bersih			
N	Pemipaan Air Kotor & Sanitary	25	6,650,444.63	266,017.79
O	Pemipaan Air Bersih & Kelengkapan	15	3,318,571.43	221,238.10
	Pekerjaan Panel & Instalasi Penerangan / Armatur			
P	Pengadaan Panel	7	887,142.86	126,734.69
Q	Instalasi Penerangan & Armatur	14	5,338,628.57	381,330.61
R	Pekerjaan Pondasi	35	4,153,720.59	118,677.73
	PEKERJAAN MEKANIKAL & ELEKTRIKAL			
S	Pekerjaan Mekanikal	31	5,697,843.05	183,801.39
T	Pekerjaan Elektrikal	66	9,180,771.43	139,102.60
	BIAYA PENYAMBUNGAN			
U	Penyambungan Daya Listrik (PLN)	2	16,500,000.00	8,250,000.00
V	Penyambungan Telepon (Telkom)	2	214,285.71	107,142.86
	PEKERJAAN SITE DEVELOPMENT			
W	Pekerjaan Site Development	21	4,391,303.90	209,109.71

Sumber : Hasil Olahan

#### 4.7.1 Perhitungan Distribusi Biaya Pada Aktivitas Paling Cepat

Berdasarkan biaya per orang per hari pada tabel 4.14 dapat dihitung distribusi

biaya yang diperlukan pada masing-masing aktivitas saat dilakukan aktivitas paling cepat sebagai berikut :

Tabel 4.16 Perhitungan Distribusi Biaya Setiap Minggu Pada Saat Aktivitas Paling Cepat

Minggu ke	Jumlah Tenaga Kerja yang Diperlukan	Biaya per Minggu (Rp)
1	47	136,045,732.25
2	47	151,321,612.17
3	246	358,684,147.69
4	229	569,503,463.93
5	213	422,048,830.78
6	137	341,774,792.03
7	257	282,954,337.75
8	155	229,816,745.42
9	125	156,206,131.51
10	180	172,864,673.59
11	162	170,786,594.17
12	101	109,657,315.07
13	25	80,031,054.56
14	21	30,739,127.30
15	21	17,565,215.60
Jumlah Total	1,966	3,229,999,773.82

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 4.15 menjelaskan bahwa biaya total pada saat aktivitas paling cepat adalah sebesar Rp 3.229.999.773,82 dengan jumlah total tenaga kerja 1.966 orang.

#### 4.7.2 Perhitungan Distribusi Biaya Pada Aktivitas Mengalami Keterlambatan

Berdasarkan biaya per orang per hari pada tabel 4.14 dapat dihitung distribusi biaya yang diperlukan pada masing-masing aktivitas saat dilakukan aktivitas mengalami keterlambatan sebagai berikut :

Tabel 4.17 Perhitungan Distribusi Biaya Setiap Minggu Pada Saat Aktivitas Mengalami Keterlambatan 21 Hari

Minggu ke	Jumlah Tenaga Kerja yang Diperlukan	Biaya per Minggu (Rp)
1	10	5,457,807.71
2	82	77,024,354.66
3	72	253,451,191.50
4	58	274,851,079.31
5	106	380,440,100.13
6	106	380,440,100.13
7	78	387,505,513.10
8	163	152,257,262.72
9	117	168,031,457.51
10	197	275,895,731.83
11	205	321,745,276.32
12	212	298,849,402.46
13	122	234,324,213.07
14	118	134,889,428.67
15	21	17,565,215.60
Jumlah Total	1,667	3,362,728,134.72

Sumber : Hasil Olahan

Tabel 4.16 menjelaskan bahwa biaya total pada saat aktivitas mengalami keterlambatan 21 hari adalah sebesar Rp 3.362.728.134,72 dengan jumlah total tenaga kerja 1.667 orang.

#### 4.7.3 Perbandingan Distribusi Biaya Proyek

Perbandingan distribusi biaya yang diperlukan setiap minggu pada saat aktivitas paling cepat dan pada saat aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari adalah sebagai berikut :

Tabel 4.18 Perbandingan Distribusi Biaya Pada Saat Aktivitas Paling Cepat dan Aktivitas Mengalami Keterlambatan 21 hari

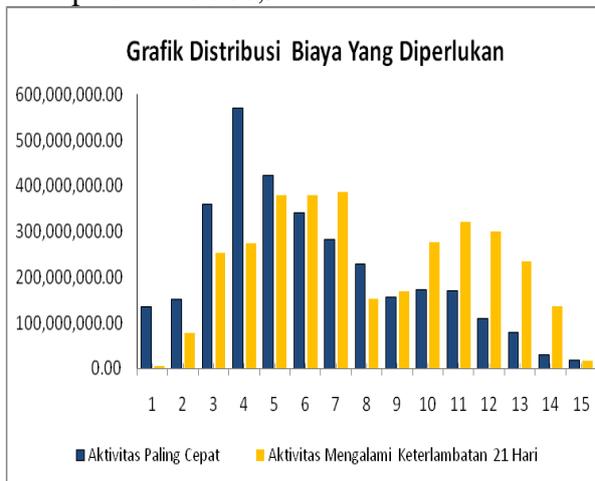
Minggu ke	Biaya yang Diperlukan	
	Aktivitas Paling Cepat	Aktivitas Mengalami Keterlambatan Selama 21 Hari
1	136,045,732.24	5,457,807.71
2	151,321,612.15	77,024,354.66
3	358,684,147.68	253,451,191.50
4	569,503,463.94	274,851,079.31
5	422,048,830.78	380,440,100.13
6	341,774,792.02	380,440,100.13
7	282,954,337.74	387,505,513.10
8	229,816,745.42	152,257,262.72
9	156,206,131.52	168,031,457.51
10	172,864,673.60	275,895,731.83
11	170,786,594.16	321,745,276.32
12	109,657,315.05	298,849,402.46
13	80,031,054.54	234,324,213.07
14	30,739,127.30	134,889,428.67
15	17,565,215.60	17,565,215.60
Total	3,229,999,773.74	3,362,728,134.72

Sumber : Hasil Olahan

Pada tabel 4.18 terlihat bahwa biaya maksimum aktivitas paling cepat sebesar Rp 569.503.463,94 pada minggu ke 4, biaya maksimum aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari sebesar Rp 387.505.513,10 pada minggu ke 7. Sedangkan untuk jumlah total biaya yang diperlukan aktivitas paling cepat sebesar Rp 3.229.999.773,74 dan jumlah total biaya yang diperlukan aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari sebesar Rp 3.362.728.134,72.

Dengan demikian untuk menyelesaikan proyek pembangunan Gedung

Hiperbarik Rumah Sakit Paru Jember diperlukan tambahan biaya sebesar :  
 Rp3.362.728.134,72 - Rp3.229.999.773,74  
 = Rp 132.728.360,91



Gambar 4.7 Grafik Perbandingan Distribusi Biaya Proyek per Minggu

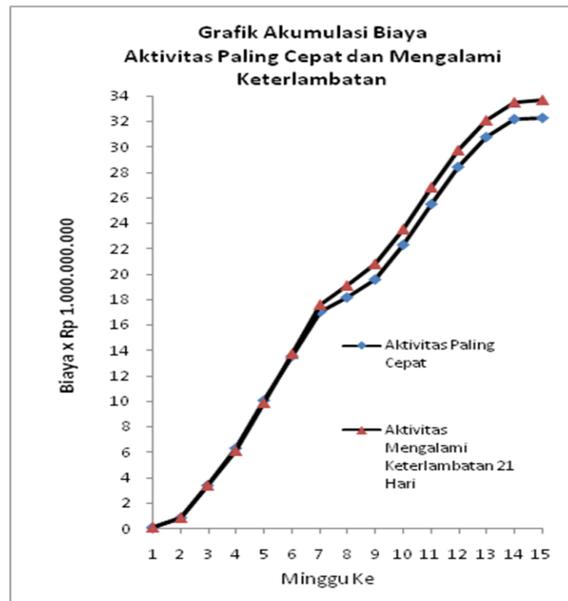
Dari tabel 4.18 dapat dibuat akumulasi biaya yang diperlukan untuk aktivitas paling cepat dan aktivitas mengalami keterlambatan selama 21 hari, sebagai berikut :

Tabel 4.19 Perbandingan Akumulasi Distribusi Biaya Pada Saat Aktivitas Paling Cepat dan Aktivitas Mengalami Keterlambatan 21 hari

Minggu ke	Akumulasi Biaya	
	Aktivitas Paling Cepat	Aktivitas Mengalami Keterlambatan Selama 21 Hari
1	5,457,807.72	5,457,807.71
2	82,482,162.37	82,482,162.37
3	340,087,074.41	335,933,353.87
4	625,058,950.97	610,784,433.18
5	1,002,667,042.70	991,224,533.31
6	1,355,352,810.89	1,371,664,633.44
7	1,701,372,190.33	1,759,170,146.54
8	1,815,913,886.89	1,911,427,409.26
9	1,952,156,368.79	2,079,458,866.77
10	2,225,339,169.17	2,355,354,598.61
11	2,544,371,513.99	2,677,099,874.92
12	2,843,220,916.45	2,975,949,277.38
13	3,077,545,129.48	3,210,273,490.45
14	3,212,434,558.14	3,345,162,919.12
15	3,229,999,773.74	3,362,728,134.72

Sumber : Hasil Olahan

Data Tabel 4.17 dapat digambarkan dalam bentuk grafik kurva S sebagai berikut :



Gambar 4.8 Grafik Kurva S Distribusi Akumulasi Biaya per Minggu

Dari gambar 4.8 tampak bahwa memasuki minggu ke 8 biaya pada aktivitas mengalami keterlambatan 21 hari lebih besar dari biaya aktivitas paling cepat, hal tersebut disebabkan adanya penambahan jumlah tenaga kerja untuk menyesuaikan jadwal pekerjaan yang mengalami keterlambatan 21 hari.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil diagram network, maka dapat disimpulkan bahwa pelaksanaan proyek pembangunan gedung hiperbarik rumah sakit paru Jember dapat dilakukan selama 99 hari.

Biaya proyek yang diperlukan untuk pembangunan Gedung Hiperbarik 3 lantai Rumah Sakit Paru Jember adalah sebesar Rp3.229.999.773,74. Biaya maksimum per minggu yang diperlukan pada saat kegiatan paling cepat sebesar Rp 569.503.463,94, dengan jumlah tenaga kerja maksimum per minggu sebesar 257 orang.

Terhitung mulai menerima SPK, kontraktor bekerja menyelesaikan pondasi selanjutnya harus menunggu kedatangan mesin Hiperbarik yang dipesan dari

Australia. Setelah mesin datang dan terpasang, pekerjaan struktur kolom baru dipasang. Hal tersebut mengakibatkan keterlambatan selama 21 hari. Untuk menyesuaikan keterlambatan tersebut, perlu dilakukan perubahan peta waktu kegiatan dengan menggeser jadwal aktivitas dan penambahan jumlah tenaga kerja supaya proyek selesai sesuai waktu yang sudah ditetapkan yaitu 99 hari.

Setelah dilakukan pergeseran jadwal aktivitas dan penambahan jumlah tenaga kerja, ternyata biaya proyek yang diperlukan pada saat kegiatan mengalami keterlambatan 21 hari sebesar Rp3.362.728.134,72. Biaya maksimum per minggu yang diperlukan sebesar Rp387.505.513,10 dan jumlah tenaga kerja maksimum per minggu sebesar 212 orang. Dengan demikian pelaksanaan proyek pembangunan gedung hiperbarik rumah sakit paru Jember saat kegiatan mengalami keterlambatan 21 hari, perlu dilakukan penambahan biaya sebesar Rp132.728.360,91 yang awalnya sebesar Rp3.229.999.773,74 menjadi sebesar Rp3.362.728.134,72.

## 5.2. Saran

Dari pengalaman penelitian ini penulis mendapat kesan bahwa bila pelaksanaan proyek mengalami keterlambatan, untuk mendapatkan hasil yang optimal disarankan melakukan pergeseran jadwal kegiatan pekerjaan lebih dulu, bila tidak memungkinkan baru dilakukan penambahan hari kerja.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badri, S. 1997. *Dasar-Dasar Network Planning*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Proyek Dan Konstruksi Jilid I*, Penerbit Kanesus, Jakarta.
- Dipohusodo, I. 1996. *Manajemen Proyek Dan Konstruksi Jilid II*, Penerbit Kanesus, Jakarta.
- Maharesi, R. 2002. *Penjadwalan Proyek Dengan Menggabungkan Metode PERT dan CPM*, Jurnal Fakultas Ilmu Komputer Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Nugraha, P. Natan, I, Sucipto, R.1985. *Manajemen Proyek Konstruksi 1 dan 2*, Penerbit Kartika Yudha, Surabaya.
- Oetomo, W, H. *Manajemen Proyek Konstruksi Dan Industri (Konsep-Defenisi-Implementasi-Operasi)*, Untag Press, Surabaya.
- Santosa, Budi. 1997. *Manajemen Proyek*, Penerbit PT. Guna Widya, Jakarta.
- Soeharto, I. 1997. *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Suryojatmiko, T. 2008. *Evaluasi Terhadap Schedule Pelaksanaan Pekerjaan Oleh Penyedia Jasa Pada Pembangunan Jembatan Nasional Suramadu Sisi Madura*, Tesis Magister Teknik Sipil Untag, Surabaya.