

repository.ub.ac.id

**ANALISIS ANTISIPASI KETERLAMBATAN DURASI PROYEK  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE “WHAT IF”  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT UMUM  
DR. HARYOTO KABUPATEN LUMAJANG**

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik



Disusun Oleh :

**RANGGA BHANTHARA**  
0001063065-61

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN SIPIL  
MALANG**

2007



ANALISIS ANTISIPASI KETERLAMBATAN DURASI PROYEK  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE “WHAT IF”  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT UMUM  
DR. HARYOTO KABUPATEN LUMAJANG

**SKRIPSI**

Diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan  
memperoleh gelar Sarjana Teknik

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Disusun Oleh :

**RANGGA BHANTHARA**  
0001063065-61

DOSEN PEMBIMBING:

Saifoe El Unas, ST, MT  
NIP. 132 258 189

M. Hamzah Hasvim, ST, M.EngSC  
NIP. 132 298 846



LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS ANTISIPASI KETERLAMBATAN DURASI PROYEK  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE “WHAT IF”  
PADA PROYEK PEMBANGUNAN RUMAH SAKIT UMUM  
DR. HARYOTO KABUPATEN LUMAJANG**

Disusun Oleh:

**RANGGA BHANTHARA**  
NIM: 0001063065 – 61

Skripsi Ini Telah Diuji Dan Dinyatakan Lulus Pada  
Tanggal 11 Juli 2007

DOSEN PENGUJI :

**Ir. Arifi Soenaryo**  
NIP. 130 350 755

**Saifoe El Unas, ST, MT**  
NIP. 132 258 189

**M. Hamzah H, ST, M.Eng.Sc**  
NIP. 132 298 846

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

**Ir. As'ad Munawir, MT**  
NIP. 131 574 850



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada ALLAH SWT atas kemudahan dan kelancaran yang telah diberikan sehingga dapat menyelesaikan laporan skripsi ini.

Tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat yang harus dipenuhi dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.

Penyelesaian skripsi ini tidak terlepas dari dukungan serta sumbangan pikiran dari berbagai pihak yang selalu memberikan informasi dan motivasi dalam menghadapi hambatan yang terjadi selama pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan. Untuk itu perkenankan penyusun untuk menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Saifoe El Unas, ST, MT, selaku dosen pembimbing skripsi.
2. Bapak M. Hamzah Hasyim, ST, M.EngSC, selaku dosen pembimbing skripsi.
3. Bapak Ir. Arifi Soenaryo, selaku dosen penguji.
4. Bapak Ir. As'ad Munawir, MT, selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
5. Bapak Hendi Bowoputro, ST, MT, selaku Sekretaris Jurusan Teknik Sipil Universitas Brawijaya.
6. Semua pihak yang turut membantu penyusun selama pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini.

Semoga ALLAH SWT memberikan balasan kepada semua pihak yang telah membantu penyusun dalam penulisan skripsi ini.

Dan dengan segala kerendahan hati penyusun menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penyusun mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi penyempurnaan lebih lanjut.

Akhir kata semoga laporan skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca pada umumnya.

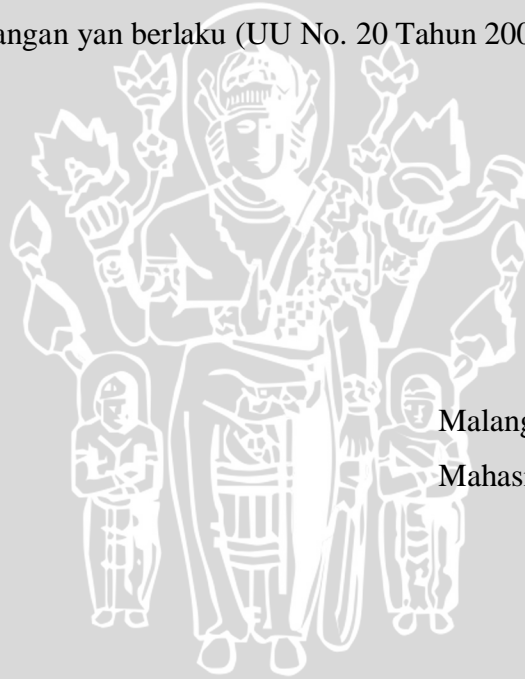
Malang, Juli 2007

Penyusun

## PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang sepengetahuan saya, di dalam naskah SKRIPSI ini tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi atau tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah SKRIPSI ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur PLAGIASI, saya bersedia SKRIPSI ini digugurkan dan gelar akademik yang telah saya peroleh (SARJANA TEKNIK) dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003 Ayat 2 Pasal 70).



Malang, Juli 2007

Mahasiswa,

Rangga Bhanthara

0001063065-61

Jurusan Teknik Sipil

**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b>	
<b>RINGKASAN</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b>	
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>i</b>
<b>DAFTAR TABEL</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b>	<b>v</b>
<b>BAB I      PENDAHULUAN</b>	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Identifikasi Masalah	2
1.3. Rumusan Masalah	2
1.4. Tujuan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Batasan Penelitian	3
<b>BAB II     TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1. Umum	4
2.2. Metode Jalur Kritis atau <i>Critical Path Method</i> (CPM)	5
2.2.1. Penentuan Jalur Kritis dan Tenggang Waktu ( <i>float</i> )	6
2.2.2. Menyusun Jaringan <i>Critical Path Method</i> (CPM)	6
2.3. Keterlambatan Proyek dan Percepatan Durasi Proyek	8
2.4. Analisa “ <i>What If</i> ” pada Model CPM	9
2.5. Produktivitas Pekerja	10
<b>BAB III    METODOLOGI STUDI</b>	
3.1. Jenis Penelitian	13
3.2. Data-data yang Diperlukan	13





3.3. Metode Pengolahan dan Analisis Data	13
3.4. Prosedur Analisis	13
3.5. Diagram Alir Penelitian ( <i>Flowchart</i> )	16
3.6. Diagram Alir Aplikasi “ <i>What If</i> ” dari Aktivitas yang Terlambat	17

#### **BAB IV ANALISIS DATA**

4.1. Identifikasi Data	18
4.2. Analisis Model CPM ( <i>Critical Path Method</i> )	21
4.2.1. Hubungan Aktivitas	21
4.2.2. Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja	21
4.3. Perhitungan Analisis “ <i>What If</i> ”	21
4.4. Perhitungan Biaya	31
4.4.1. Biaya Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja	31
4.4.2. Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja	33
4.5. Analisis Penelitian Metode “ <i>What If</i> ”	35
4.6. Identifikasi pada Contoh Kasus	37

#### **BAB V PENUTUP**

5.1. Kesimpulan	44
5.2. Saran	45

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN 1**

#### **LAMPIRAN 2**

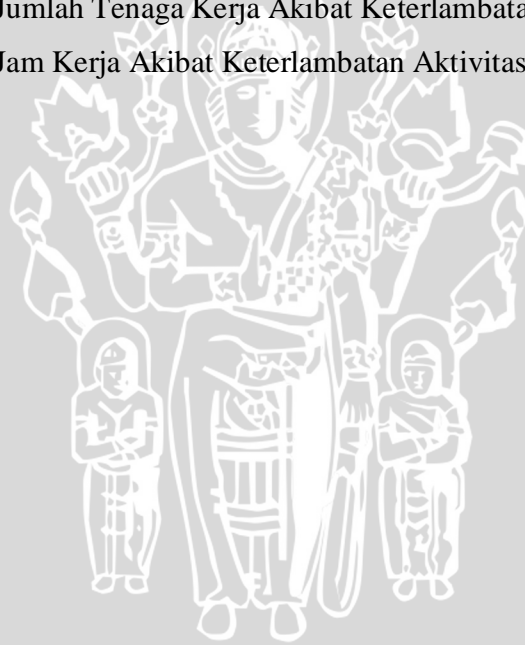
#### **LAMPIRAN 3**

#### **LAMPIRAN 4**

#### **LAMPIRAN 5**

**DAFTAR TABEL**

Tabel 4.1.	Kode-kode Aktivitas	17
Tabel 4.2.	Hubungan Aktivitas	24
Tabel 4.3.	Aktivitas F <sub>1</sub> Mengalami Keterlambatan 20%	27
Tabel 4.4.	Aktivitas F <sub>1</sub> Mengalami Keterlambatan 40%	27
Tabel 4.5.	Aktivitas F <sub>1</sub> Mengalami Keterlambatan 60%	27
Tabel 4.6.	Aktivitas F <sub>1</sub> Mengalami Keterlambatan 80%	27
Tabel 4.7.	Aktivitas F <sub>1</sub> Mengalami Keterlambatan 100%	27
Tabel 4.8.	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja Akibat Keterlambatan aktivitas F <sub>1</sub>	30
Tabel 4.9.	Penambahan Jam Kerja Akibat Keterlambatan Aktivitas F <sub>1</sub>	30
Tabel 4.10.	Penambahan Jumlah Tenaga Kerja Akibat Keterlambatan Aktivitas F <sub>1</sub>	40
Tabel 4.11.	Penambahan Jam Kerja Akibat Keterlambatan Aktivitas F <sub>1</sub>	42





## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Contoh Model CPM	6
Gambar 2.2.	Denah Pada Node CPM	7
Gambar 3.1.	Diagram Alir Penelitian ( <i>Flowchart</i> )	16
Gambar 3.2.	Diagram Alir Aplikasi “ <i>What If</i> ” dari Aktivitas yang Terlambat	17
Gambar 4.1.	Grafik Pengaruh Keterlambatan Aktivitas $F_1$ Terhadap Jumlah Tenaga Kerja	30
Gambar 4.2.	Grafik Pengaruh Keterlambatan Aktivitas $F_1$ Terhadap Jam Kerja	30
Gambar 4.3.	Jadwal Normal Masing-Masing Aktivitas	37
Gambar 4.4.	Jadwal Keterlambatan Masing-Masing Aktivitas Akibat Aktivitas Urugan Tanah Sampai 0.00 Lantai & Pemasangan ( $B_3$ ) Terlambat	38
Gambar 4.5.	Jadwal Normal Masing-Masing Aktivitas	40
Gambar 4.6.	Jadwal Keterlambatan Aktivitas Akibat Aktivitas Kuda-Kuda Baja Type I ( $F_1$ ) Terlambat	40
Gambar 4.7.	Jadwal Percepatan Aktivitas Yang Terpengaruh Pertama (Aktivitas Kuda-Kuda Baja Type II)	41
Gambar 4.8.	Jadwal Percepatan Masing-Masing Aktivitas Yang Terpengaruh Akibat Aktivitas Kuda-Kuda Baja Type I ( $F_1$ ) Terlambat	41
Gambar 4.9.	Jadwal Normal Masing-Masing Aktivitas	42
Gambar 4.10.	Jadwal Keterlambatan Masing-Masing Aktivitas Akibat Aktivitas Kuda-Kuda Baja Type I ( $F_1$ ) Terlambat	43
Gambar 4.11.	Jadwal Percepatan Aktivitas Yang Terpengaruh Pertama (Aktivitas Kuda-Kuda Baja Type II)	43
Gambar 4.12.	Jadwal Percepatan Masing-Masing Aktivitas Yang Terpengaruh Akibat Aktivitas Kuda-Kuda Baja Type I ( $F_1$ ) Terlambat	43

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data-data Proyek	
	• <i>Time Schedule</i>	48
	• Rencana Anggaran Biaya	49
	• Daftar Analisa Harga Satuan Pekerjaan	52
Lampiran 2	Model Penjadwalan <i>Critical Path Method</i> (CPM)	
	• Bagan Balok ( <i>Gantt Chart</i> )	73
	• Jadwal Rencana Pelaksanaan	74
Lampiran 3	Tabel dan Grafik Penambahan Jumlah Kelompok Tenaga Kerja dan Jam Kerja dari Masing-masing Aktivitas	75
Lampiran 4	Penambahan Biaya Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja	171
Lampiran 5	Penambahan Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja	176





## RINGKASAN

**RANGGA BHANTHARA** (NIM. 0001063065–61), Jurusan Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Juli 2007, *Analisis Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek dengan Menggunakan Metode “What If” pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum DR. Haryoto Kabupaten Lumajang.*

Dosen Pembimbing : **Saifoe El Unas, ST, MT** dan **M. Hamzah Hasyim, ST, M.EngSC.**

---

---

Jaringan kerja proyek terdiri dari berbagai jenis aktivitas yang saling berkaitan antara satu dengan yang lain. Bila terjadi keterlambatan pada salah satu jenis aktivitas, sering kali akan menyebabkan keterlambatan durasi proyek secara keseluruhan. Untuk mengantisipasi keterlambatan tersebut, maka dilakukan percepatan durasi. Langkah tersebut dapat dilakukan dengan mempercepat aktivitas pengikut atau aktivitas yang terpengaruh.

Untuk mengatasi masalah percepatan durasi aktivitas sebagai langkah antisipasi keterlambatan proyek dapat dilakukan analisis “*What If*”. Analisis “*What If*” adalah suatu metode untuk mempercepat aktivitas pengikut akibat keterlambatan aktivitas sebelumnya yang menghasilkan durasi percepatan dengan penambahan jumlah tenaga kerja atau jam kerja pada aktivitas pengikutnya atau aktivitas yang terpengaruhnya. Juga akan didapatkan penambahan biaya akibat penambahan jumlah tenaga kerja atau jam kerjanya.

Analisis ini dimulai dengan menyusun jadwal proyek menggunakan Metode Jalur Kritis atau *Critical Path Method* (CPM). Metode CPM dibuat dengan program *Microsoft Project* dengan *Input data Time Schedule*. Dari penjadwalan CPM diperoleh data berupa aktivitas-aktivitas kritis, non-kritis dan aktivitas pengikut (*successor*).

Analisis dilanjutkan dengan perhitungan analisis “*What If*” pada setiap aktivitas kritis dan non-kritis dengan batasan prosentase keterlambatan dari 0% - 100% (dengan interval prosentase 20%), untuk mendapatkan durasi percepatan dengan penambahan jumlah tenaga kerja maksimum 5 tenaga kerja per hari dan penambahan jam kerja maksimum 4 jam per hari dari masing-masing aktivitas yang terpengaruh.

Hasil dari analisis “*What If*” ditabulasi dan digambar dalam sebuah grafik yang menunjukkan hubungan antara prosentase keterlambatan suatu aktivitas (sumbu x) dengan penambahan jumlah tenaga kerja atau jam kerja yang dibutuhkan (sumbu y). Dari tabulasi dan grafik tersebut, dapat diketahui penambahan tenaga kerja atau jam kerja serta penambahan biaya akibat penambahan jumlah tenaga kerja atau jam kerjanya.

Apabila percepatan pada salah satu aktivitas yang terpengaruh tidak dapat menutupi durasi keterlambatan suatu aktivitas, maka percepatan dilakukan pada aktivitas berikutnya sampai durasi keterlambatan suatu aktivitas dapat diantisipasi.

Dari tabulasi dan grafik yang tersedia sejak awal pelaksanaan proyek, diharapkan dapat membantu kegiatan proyek dalam mendapatkan informasi sebagai bahan pertimbangan untuk mengambil keputusan yang tepat dan efektif, bila terjadi keterlambatan proyek pada aktivitas-aktivitas yang sedang dilaksanakan sehingga proyek dapat selesai sesuai dengan waktu yang ditentukan.



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

Waktu atau jadwal merupakan salah satu sasaran utama suatu proyek. Keterlambatan akan mengakibatkan berbagai bentuk kerugian, misalnya penambahan biaya, kehilangan kesempatan produk untuk memasuki pasaran, dan lain-lain. Pengelolaan waktu meliputi perencanaan, penyusunan, dan pengendalian jadwal (Soeharto, I, 1995).

Keterlambatan proyek sering kali menjadi sumber perselisihan dan tuntutan antara pemilik dan kontraktor, sehingga keterlambatan akan menjadi sangat mahal nilainya. Kontraktor akan terkena denda penalti sesuai dengan kontrak dan juga akan mengalami biaya *overhead* selama proyek masih berlangsung. Dari sisi pemilik keterlambatan proyek akan membawa dampak pengurangan pemasukan karena penundaan pengoperasian fasilitasnya. Berdasarkan alasan tersebut, maka diambil langkah antisipasi yaitu melakukan usaha percepatan aktivitas pengikut, baik pada aktivitas kritis maupun non-kritis (Alifen, R.S, dkk, 1999).

Analisis "*what if*" sebagai salah satu metode antisipasi keterlambatan proyek, merupakan studi yang bertujuan mengejar keterlambatan aktivitas proyek pengikut dengan dua alternatif penyelesaian yaitu dengan penambahan jumlah pekerja atau penambahan jam kerja, dari kedua alternatif tersebut dapat diketahui biaya penambahan yang dibutuhkan untuk dapat mengejar kembali durasi total proyek (Alifen, R.S, dkk, 1999).

Hasil analisa tersebut disajikan dalam bentuk tabel dan grafik yang sangat komunikatif dan mudah digunakan, dimana grafik tersebut menunjukkan hubungan antara jenis aktivitas yang dipercepat dengan jumlah tambahan pekerja atau jumlah tambahan jam kerja perhari dan mengetahui besar penambahan biayanya.

Pada proyek pembangunan biasanya aktivitas yang memerlukan waktu penyelesaian cukup lama adalah pekerjaan struktur, karena itu dalam jaringan kerja, pekerjaan struktur lebih banyak terletak pada lintasan kritis yang menentukan lamanya waktu penyelesaian proyek. Sehingga dalam kajian penelitian ini akan dilakukan perekaan waktu terhadap pekerjaan struktur.

Dengan pertimbangan hal tersebut diatas, maka akan dibahas lebih mendalam dalam skripsi ini dengan judul “ **Analisis Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek dengan Menggunakan Metode “What If” Pada Proyek Pembangunan R.S.U DR. Haryoto Kabupaten Lumajang**”.

### 1.2 Identifikasi Masalah

Analisis ini diaplikasikan pada contoh proyek pembangunan RSUD Dr. Haryoto Kabupaten Lumajang yang telah dilaksanakan. Hasilnya diharapkan dapat dijadikan acuan bagi manajer proyek apabila terjadi keterlambatan durasi proyek atau ketidaksesuaian antara jadwal aktual dan jadwal rencana, sehingga dapat kembali terpenuhi durasi pelaksanaan yang sesuai dengan kontrak. Dan juga untuk menghindari terkena denda atau tambahan biaya *overhead* (pengeluaran tambahan umum) selama proyek berlangsung.

### 1.3 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah keterlambatan (*delay*) suatu aktivitas berpengaruh terhadap total durasi proyek ?
2. Bagaimana membuat rencana antisipasi jika terjadi keterlambatan pelaksanaan pada suatu aktivitas ?
3. Berapa biaya yang dibutuhkan untuk memulihkan keterlambatan pelaksanaan pada suatu aktivitas ?

### 1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini :

1. Memeriksa keterlambatan (*delay*) suatu aktivitas yang berpengaruh terhadap total durasi proyek.
2. Melakukan rencana antisipasi jika terjadi keterlambatan pelaksanaan pada suatu aktivitas.
3. Mengetahui besar penambahan biaya yang dibutuhkan untuk memulihkan keterlambatan pelaksanaan pada suatu aktivitas.



### 1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini dapat digunakan sebagai suatu alternatif acuan bagi manajer proyek untuk mengambil keputusan yang tepat dan efektif, bila terjadi keterlambatan proyek pada aktivitas-aktivitas yang sedang dilaksanakan.

### 1.6 Batasan Penelitian

Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Daerah studi atau proyek studi adalah Proyek pembangunan Rumah Sakit Umum Dr. Haryoto Kabupaten Lumajang.
2. Durasi keterlambatan yang terjadi pada suatu aktivitas hanya diperhitungkan sampai batas 100% durasi semula dengan interval prosentase 20%.
3. Percepatan durasi yang dilakukan pada suatu aktivitas hanya mungkin untuk dilakukan maksimum sebesar 50% durasi semula aktivitas tersebut.
4. Jam kerja normal perhari untuk menyelesaikan pekerjaan tiap aktivitas, yaitu 7 jam/hari.
5. Penambahan jam kerja maksimum perhari adalah 4 jam.
6. Penambahan kelompok tenaga kerja perhari maksimum 5 kelompok tenaga kerja per aktifitas (kelompok tenaga kerja adalah tukang dan pekerja saja).
7. Mandor tidak diperhitungkan dalam menganalisis data.
8. Perhitungan biaya hanya ditujukan pada penambahan kelompok tenaga kerja (tukang dan pekerja) dan penambahan jam kerja.
9. **Pada hari biasa**, penambahan 1 jam lembur pertama upah dibayar upah kerja lembur sebesar 1,5 (satu setengah) x upah sejam.

Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya, wajib dibayar upah kerja lembur sebesar 2 (dua) x upah sejam. (**Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor : KEP.234/MEN/2003**).

10. Semua aktivitas diasumsikan dapat dikerjakan siang hari maupun malam hari.
11. Semua material dan peralatan yang dibutuhkan diasumsikan tersedia cukup dan tidak memperhitungkan penambahan alat.
12. Pekerjaan proyek yang dikaji hanya pada pekerjaan struktur, tidak termasuk pekerjaan mekanikal, elektrikal, dan plumbing.
13. Analisis ini dilakukan tidak ditujukan untuk mengantisipasi keterlambatan pada proyek pembangunan RSUD Dr. Haryoto Kabupaten Lumajang, tetapi hanya memakai data rencana proyek sebagai contoh menganalisis pada penelitian ini.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Umum

Secara umum pengertian dari proyek adalah suatu kegiatan pekerjaan yang saling berhubungan secara berantai untuk mencapai satu atau beberapa tujuan dengan kendala waktu, biaya dan hasil akhir yang diinginkan. Proyek merupakan rangkaian kegiatan panjang yang dimulai sejak direncanakan, kemudian dilaksanakan, sampai benar-benar memberikan hasil atau keluaran-keluaran yang sesuai dengan perencanaannya. Proyek baru dapat dinyatakan selesai apabila telah berhasil memberikan keluaran-keluaran yang dapat ditunjukkan guna mencapai harapan-harapan yang lebih penting lagi yaitu tujuan fungsional proyek (Wulfram, I.Ervianto; 2002)..

Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kegiatan proyek merupakan suatu rangkaian kegiatan yang mempunyai ciri-ciri (Wulfram, I.Ervianto; 2002):

- ü Dimulai dengan awal proyek (awal rangkaian kegiatan) dan diakhiri dengan akhir proyek (akhir rangkaian kegiatan), serta mempunyai jangka waktu yang terbatas.
- ü Rangkaian kegiatan proyek hanya terjadi satu kali sehingga menghasilkan produk yang bersifat unik. Jadi, tidak ada dua atau lebih proyek yang identik, yang ada adalah proyek yang sejenis.

Oleh karena itu, untuk mencapai tujuan tersebut diperlukan adanya suatu manajemen. Dalam hal ini adalah manajemen proyek. Definisi dari manajemen proyek adalah semua perencanaan, pelaksanaan, pengendalian dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) sampai selesainya proyek untuk menjamin bahwa proyek dilaksanakan tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu. (Wulfram, I.Ervianto; 2002)

Pada umumnya yang ditetapkan sebagai fungsi-fungsi pokok dalam manajemen adalah merencanakan (*planning*), melaksanakan (*implementation*), dan mengendalikan (*controlling*). Sedangkan fungsi-fungsi manajerial penting lainnya, yaitu : memimpin, mengerahkan, mengarahkan, mengaktifkan, memberi contoh, membangun motivasi, mengkoordinasikan, mengkomunikasikan, dan yang tidak kalah penting adalah pengambilan keputusan (Wulfram, I.Ervianto; 2002)..

## 2.2 Metode Jalur Kritis atau *Critical Path Method (CPM)*

Pada metode CPM dikenal adanya jalur kritis, yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukkan kurun waktu penyelesaian proyek tercepat. Maka jalur kritis penting bagi pelaksana proyek, karena pada jalur ini terletak kegiatan-kegiatan yang bila pelaksanaannya terlambat akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan. Kadang-kadang dijumpai lebih dari satu jalur kritis dalam jaringan kerja.

Dalam proses identifikasi jalur kritis dikenal beberapa terminologi dan rumus-rumus perhitungan sebagai berikut (Soeharto, Iman; 1995):

- § (ES = *Early start*) Awal dini: waktu terdini suatu kegiatan dapat dimulai.
- § (D = *Duration*) Masa: Waktu yang diperhitungkan untuk melakukan sebuah kegiatan. Sebagai contoh, waktu yang diperhitungkan untuk perawatan beton adalah 7 hari.
- § (EF = *Early finish*) Akhir dini: waktu terdini suatu kegiatan dapat diselesaikan. Ia sama dengan waktu awal dini ditambah masa kegiatan:  $EF = ES + D$ .
- § (LS = *Late start*) Awal Kasip: Waktu paling lambat suatu kegiatan dapat dimulai tanpa menunda penyelesaian proyek:  $LF = LS - D$ .
- § (LF = *Late Finish*) Akhir kasip: Waktu paling lambat suatu kegiatan dapat diselesaikan tanpa menunda penyelesaian proyek  $LF = LS + D$ .
- § (TF = *Total Float*) Pengembangan total: lamanya penundaan yang dapat dilakukan pada suatu kegiatan tanpa menunda penyelesaian proyek.  
 $TF = LS - ES = LF - EF$ .
- § (FF = *Free float*) Pengembangan bebas: Lamanya penundaan yang dapat dilakukan pada suatu kegiatan tanpa menunda waktu pengawalan dini sembarang kegiatan berikutnya:  $FF = ES \text{ Kegiatan berikutnya} - \text{kegiatan ini}$ .
- § (*Critical Path*) jalur kritis: Jalur penghubung antarkegiatan yang terpanjang pada jaringan kerja. Panjangnya menentukan masa proyek secara keseluruhan. Semua kegiatan pada jalur kritis memiliki waktu pengembangan nol. Suatu proyek bisa memiliki lebih dari satu jalur kritis.
- § (*Critical activity*) kegiatan kritis: Kegiatan pada jalur kritis. Ia memiliki waktu pengembangan nol, yakni,  $LS - ES = 0$ .



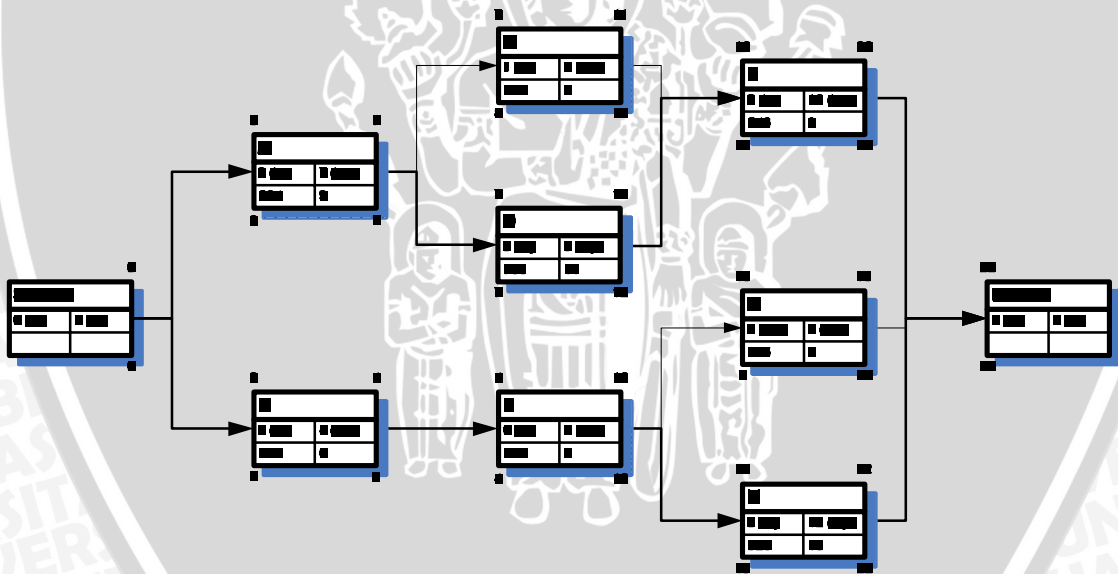
### 2.2.1 Penentuan Jalur Kritis dan Tenggang Waktu (*Float*)

Sebuah jadwal CPM terdiri dari serangkaian kegiatan kritis dan non-kritis yang saling berkaitan antara satu dengan yang lain. Aktivitas kritis adalah aktivitas yang tidak dapat diganggu gugat waktu pelaksanaannya yaitu  $ES=LS=0$ ,  $EF=LF=0$ , dan  $TF=0$ . Sehingga bila terjadi keterlambatan pada aktivitas-aktivitas tersebut, durasi proyek keseluruhan akan terlambat (Soeharto, Iman; 1995).

Aktivitas non-kritis adalah aktivitas yang memiliki *float* yaitu  $LS>ES$  dan  $LF>EF$ , dimana tenggan waktu tersebut sangat berperan di dalam usaha percepatan durasi proyek (Soeharto, Iman; 1995).

### 2.2.2 Menyusun Jaringan *Critical Path Method* (CPM)

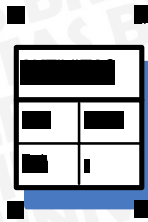
Dalam menyusun jaringan CPM pada penelitian ini, khususnya dalam menentukan urutan ketergantungan antar kegiatan ditulis dalam node yang berbentuk kotak segi empat seperti yang terlihat pada contoh model CPM berikut (Alifen,1999):



Gambar 2.1. Contoh Model CPM

(Sumber : Alifen, 1999)





Gambar 2.2. Denah pada node CPM

(Sumber : Alifen,1999)

Keterangan :

ES = Waktu mulai paling awal (*Earliest Start Time*)

EF = Waktu selesai paling akhir (*Earliest Finish Time*)

LS = Waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*Latest Start Time*)

LF = Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*Lates Finish Time*)

*Float* = Tenggang waktu

$\sum mh$  = Adalah total jam-orang (man-hour) untuk menyelesaikan suatu aktivitas (jam-orang)

$n$  = Adalah jumlah pekerja rencana untuk menyelesaikan suatu aktivitas (orang)

Adapun langkah-langkah menyusun jaringan CPM adalah sebagai berikut (Soeharto, 1997:183) :

1. Menyusun denah node sesuai dengan jumlah kegiatan.
2. Menentukan urutan dan hubungan ketergantungan antar kegiatan.
3. Menghitung ES, LS, EF, LF sebagai berikut :

a) Hitungan Maju

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal sebagai berikut (Soeharto, 1997:198) :

- § Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek.
- § Diambil angka ES terbesar bila lebih satu kegiatan bergabung.
- § Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau.
- § Waktu awal dianggap nol.
- § Angka waktu selesai paling awal kegiatan yang sedang ditinjau  $EF(j)$ , adalah sama dengan angka waktu mulai paling awal kegiatan tersebut  $ES(j)$ , ditambah kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan  $D(j)$ . Atau ditulis dengan rumus sebagai berikut :  $EF(j) = ES(j) + D(j)$ .

b) Hitungan Mundur

Berlaku dan ditujukan untuk hal-hal berikut (Soeharto, I : 1997:199) :

- § Menentukan LS, LF dan kurun waktu *float*.

- § Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil.
- § Waktu mulai paling akhir suatu kegiatan adalah sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi kurun waktu berlangsungnya kegiatan yang bersangkutan. Atau ditulis dengan rumus sebagai berikut :  $LS = LF - D$ .

#### 4. Menetapkan lintasan kritis dan tenggang waktu (*float*).

Sifat atau syarat umum jalur kritis adalah (Soeharto, I : 1997:201) :

- § Waktu mulai paling awal sama dengan waktu mulai paling akhir ( $ES = LS$ ).
- § Waktu selesai paling awal sama dengan waktu selesai paling akhir ( $EF = LF$ ).
- § *Total Float* (TF) = 0.

Tenggang waktu atau *Total Float* (TF) suatu kegiatan sama dengan waktu selesai paling akhir, dikurangi waktu selesai paling awal atau waktu mulai paling akhir, dikurangi waktu mulai paling awal dari kegiatan tersebut, atau dengan rumus :  $TF = LF - EF = LS - ES$ .

### 2.3 Keterlambatan Proyek dan Percepatan Durasi Proyek

Keterlambatan suatu proyek dapat disebabkan oleh pihak kontraktor, pemilik, atau disebabkan oleh keadaan alam dan lingkungan di luar kemampuan manusia (*force majeure*). Standart dokumen kontrak yang diterbitkan oleh AIA (*American Institute of Architects*) membedakan keterlambatan proyek menjadi 3 kelompok, yaitu:

1. *Excusable / compensable* adalah keterlambatan yang beralasan dan dapat dikompensasi

Kasus keterlambatan yang beralasan dapat dikompensasi adalah keterlambatan yang disebabkan oleh pihak pemilik dalam kaitannya karena tidak dapat menyediakan jalan tempuh ke proyek, perubahan gambar rencana, perubahan lingkup pekerjaan kontraktor, keterlambatan menyetujui gambar kerja, jadual dan material, kurangnya koordinasi dan supervisi lapangan, pembayaran tertunda, campur tangan pemilik yang bukan kewenangannya. Dalam kasus ini kontraktor berhak atas dispensasi waktu dan biaya ekstra.

2. *Excusable / non compensable* adalah keterlambatan yang beralasan, tetapi tidak dapat dikompensasi.

Kasus keterlambatan yang beralasan, tetapi tidak dapat dikompensasi adalah keterlambatan yang diluar kemampuan baik kontraktor maupun pemilik. Sebagai contoh : Cuaca buruk, kebakaran, banjir, pemogokan buruh, peperangan, pengrusakan oleh pihak lain, larangan kerja, wabah penyakit,



inflasi / eskalasi harga dan lain sebagainya. Kasus ini biasanya disebut dengan *force majeure*.

3. *Non-excusable* adalah keterlambatan yang tidak beralasan

Kasus keterlambatan yang tidak beralasan adalah keterlambatan yang disebabkan karena kegagalan kontraktor memenuhi tanggung jawabnya dalam pelaksanaan proyek. Sebagai contoh : kekurangan dan penyediaan sumber daya proyek (manusia, alat, material, sub kontraktor, uang), kegagalan koordinasi lapangan, kegagalan dalam perencanaan jadwal, produktivitas yang rendah dan sebagainya. Dalam kasus ini kontraktor akan terkena denda atau penalty sesuai dengan kontrak (Alifen, R.S, dkk, 1999).

Keterlambatan proyek seharusnya dapat diantisipasi sejak awal proyek dilaksanakan, yaitu dengan memonitor setiap aktivitas didalam jadwal CPM, jika keterlambatan terjadi pada satu aktivitas, maka harus dilakukan percepatan durasi pada aktivitas berikutnya. Disini peranan *float* pada setiap aktifitas menjadi sangat penting. "*Float*" adalah tenggang waktu atau waktu ekstra pada aktivitas non-kritis di dalam jadwal CPM.

Keberadaan *float* dalam jadwal CPM merupakan komoditi yang bernilai dan bersifat dinamis yang bermanfaat bagi kontraktor maupun pemilik di dalam pengaturan aktivitas non-kritis, terutama dalam hal alokasi sumber daya proyek dalam konteks percepatan durasi aktivitas (Alifen, R.S, dkk, 1999).

#### 2.4 Analisa "*What If*" Pada Model CPM

Analisa "*What If*" banyak digunakan pada studi ekonomis yang merupakan tindak lanjut daripada evaluasi ekonomis, untuk menguji sensitivitas parameter suatu perencanaan terhadap keadaan yang akan datang.

Analisa "*What If*" merupakan metode sensitivitas yang sering dilakukan di balik proses pengambilan keputusan, karena adanya ketidak pastian dan keraguan di dalam dunia kenyataan. Seorang pembuat keputusan (*decision maker*) yang berpengalaman seringkali tidak hanya berpaku pada rencana tunggal, biasanya mereka akan mempertimbangkan adanya kemungkinan-kemungkinan yang akan menyebabkan ketidaksesuaian dengan apa yang telah direncanakan.

Proyek konstruksi yang bersifat sangat fleksibel dan kompleks merupakan pekerjaan yang sangat beresiko tinggi, karena dilaksanakan di luar dan tergantung pada banyak pihak yang terlibat, sehingga analisis "*what if*" dirasakan perlu untuk diterapkan



pada perencanaan model CPM. Analisis “*what if*” pada model CPM menanyakan “Bagaimana bila terjadi keterlambatan pada salah satu aktivitas?”, disini akan terlihat peranan *float* pada aktivitas-aktivitas non kritis, kemudian langkah percepatan durasi dilakukan pada aktivitas-aktivitas pengikut agar durasi proyek tidak terlambat dan berlangsung secara efektif. Percepatan durasi aktivitas-aktivitas dilakukan dengan menambah jam kerja dan jumlah pekerja per hari (Alifen, 1999).

## 2.5 Produktivitas Pekerja

Secara umum produktivitas adalah merupakan tingkat produksi yaitu *output* dibagi *input*. Di bidang konstruksi *Output* adalah hasil kerja berupa kuantitas atau volume pekerjaan (misalnya : meter kubik beton, meter persegi dinding bata dan sebagainya).

Sedangkan *input* adalah merupakan jumlah sumber daya (misalnya : Manusia, peralatan, material), yang menghasilkan unit volume pekerjaan. Kelancaran dan ketepatan jadwal pelaksanaan proyek sangat bergantung pada produktivitas kerja dari masing-masing jenis pekerjaan yang terlibat didalamnya, sehingga tingkat keahlian dari pekerja menjadi salah satu faktor yang berpengaruh terhadap produktivitas (Alifen, S.R, dkk, 1999).

Hubungan antara durasi aktivitas dan produktivitas kerja, dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut (Soeharto, I ; 1997 : 193) :

$$d = \frac{\sum mh}{n \times H} \quad \dots(1)$$

Keterangan :

d = durasi aktivitas (hari)

$\sum mh$  = total jam-orang (*man hour*) untuk menyelesaikan suatu aktivitas (jam-orang)

n = jumlah pekerja rencana untuk menyelesaikan suatu aktivitas (orang)

H = Banyaknya jam kerja dalam satu hari (jam/hari)

Produktivitas suatu aktivitas sangat tergantung pada beberapa faktor antara lain (Soeharto, I ; 1997 : 163) :

1. Komposisi kelompok kerja; pada kegiatan konstruksi, seorang pengawas lapangan (mandor) memimpin suatu kelompok kerja yang terdiri dari bermacam-macam jenis pekerjaan lapangan, seperti tukang batu, tukang kayu, tukang besi, tukang pipa, tukang listrik, tukang pembantu dan tukang-tukang lainnya.

2. Kerja lembur, jam kerja tambahan yang dilakukan diluar jam kerja normal, biasanya dilakukan untuk mengejar sasaran / keterlambatan jadwal.
3. Pekerja langsung lawan sub-kontraktor, kontraktor utama dalam melaksanakan pekerjaan lapangan ada dua cara yaitu dengan merekrut langsung teraga kerja atau menyerahkan paket kerja tertentu kepada sub kontraktor.
4. Kepadatan tenaga kerja, dinyatakan dengan perbandingan antara skala proyek dengan jumlah pekerja atau luas tempat kerja bagi setiap tenaga kerja. Faktor kepadatan tenaga kerja sangat berpengaruh terhadap kelancaran pekerjaan dan produktivitas pekerja.

Percepatan durasi aktivitas dapat dilakukan dengan meningkatkan produktivitas pekerja pada aktivitas yang bersangkutan. Berdasarkan pada persamaan (1), langkah percepatan durasi hanya dapat dilakukan pada dua variabel saja, yaitu jumlah pekerja dan jam kerja pada aktivitas percepatan, sedangkan percepatan, sedangkan total jam-orang tidak dapat digunakan sebagai variabel, karena bersifat konstan untuk setiap aktivitas (Alifen, R.S, dkk, 1999).

Sehingga rumus untuk menambah jumlah pekerja pada suatu aktivitas :

$$\Delta n = n' - n = \frac{\sum \text{manhour}}{d'_s \times H} - n \quad \dots(2)$$

Keterangan :

- $\Delta n$  = jumlah pekerja tambahan
- $n'$  = jumlah pekerja untuk percepatan aktivitas
- $n$  = jumlah pekerja rencana
- $\sum mh$  = jumlah jam-orang untuk menyelesaikan aktivitas
- $d'_s$  = durasi percepatan
- $H$  = jam kerja normal (7 jam perhari)

Dan rumus untuk menambah jam kerja pada suatu aktivitas :

$$\Delta H = H' - H = \frac{\sum \text{manhour}}{d'_s \times n} - H \quad \dots(3)$$

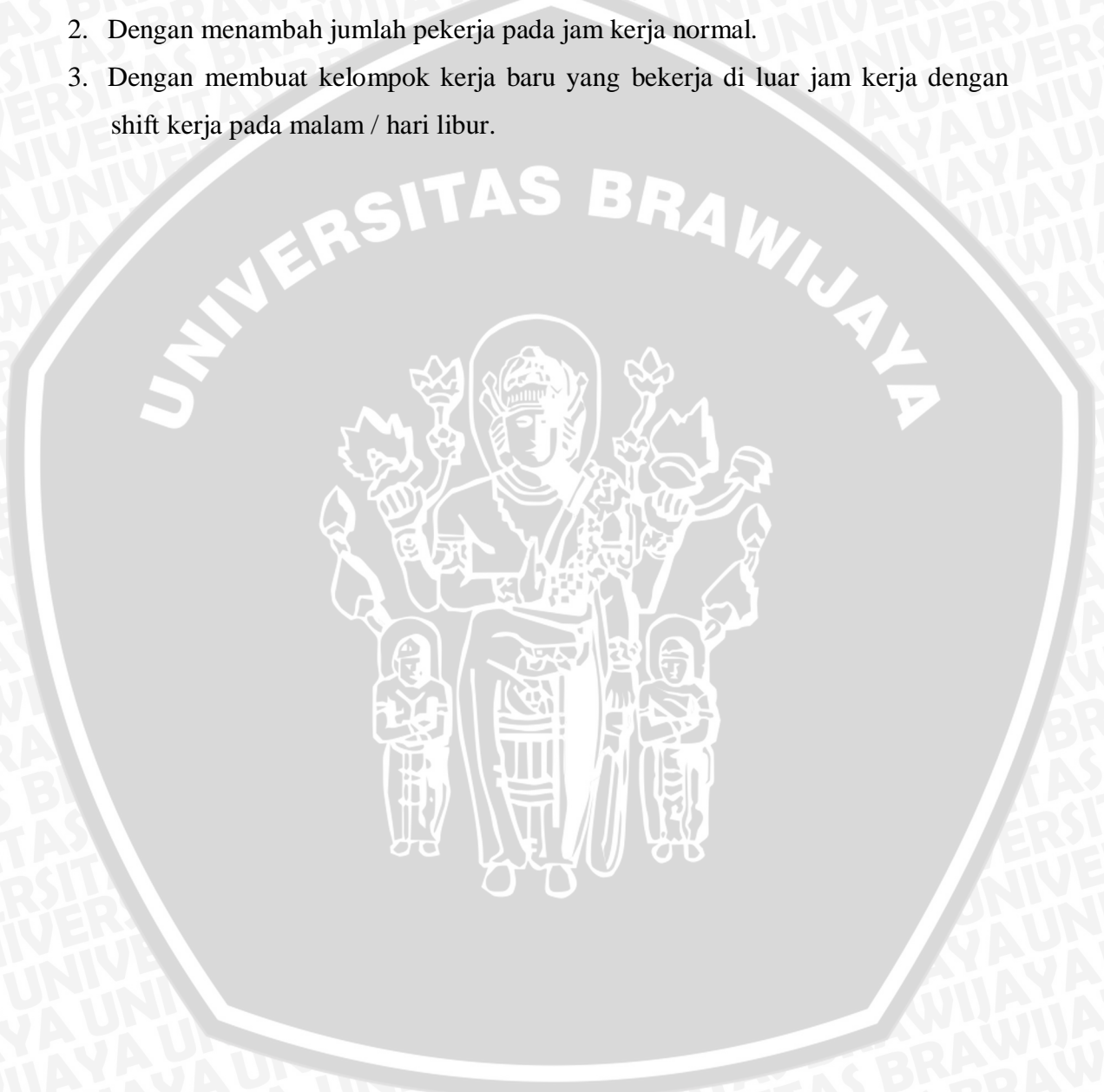
Keterangan :

- $\Delta H$  = jam kerja tambahan
- $H'$  = jam kerja untuk percepatan aktivitas
- $H$  = jam kerja normal (7 jam perhari)
- $\sum mh$  = jumlah jam-orang untuk menyelesaikan aktivitas

- $d'_s$  = durasi percepatan  
 $n$  = jumlah pekerja rencana

Berdasarkan pada dua variabel tersebut diatas, beberapa kemungkinan percepatan yang dapat dilakukan adalah (Alifen, R.S, dkk, 1999) :

1. Dengan menambah jam kerja dengan jumlah pekerja tetap.
2. Dengan menambah jumlah pekerja pada jam kerja normal.
3. Dengan membuat kelompok kerja baru yang bekerja di luar jam kerja dengan shift kerja pada malam / hari libur.





## BAB III

### METODOLOGI STUDI

#### 3.1. Jenis Penelitian

Studi ini digolongkan jenis deskriptif analitis dengan obyek studi pada proyek pembangunan gedung Rumah Sakit Umum DR. Haryoto Lumajang. Pelaksanaan perhitungan dilakukan secara berulang-ulang untuk mendapatkan kesimpulan suatu metode agar dapat dipakai sebagai aplikasi di lapangan untuk mengatasi apabila terjadi keterlambatan durasi proyek.

#### 3.2. Data-data Yang Diperlukan

Adapun data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. *Time Schedule*.
2. Jumlah pekerja rencana untuk setiap pekerjaan.
3. Jam kerja perhari untuk menyelesaikan pekerjaan tiap aktivitas.

#### 3.3. Metode Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan setelah pengumpulan data dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- § Penggunaan program *Microsoft Project*, untuk menyusun jadwal proyek dengan model CPM (*Critical Path Method*).
- § Penggunaan program *Microsoft Excel*, untuk proses perhitungan dalam bentuk tabulasi dan grafis.
- § Studi Literatur, untuk menganalisis masalah teori, rumus empiris dan data dari literatur yang mendukung.

#### 3.4. Prosedur Analisis

Langkah-langkah yang dapat dilakukan dalam analisis dalam penelitian ini adalah sebagai berikut seperti terlihat pada gambar 3.1 :

1. Memasukkan data aktivitas dari model CPM yang meliputi :
  - § jenis aktivitas
  - § durasi rencana aktivitas (d)
  - § tenggang waktu (*float*)
  - § jumlah pekerja rencana pada tiap aktivitas (n)

§ jam kerja perhari (H)

§ total jam-orang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas ( $\Sigma mh$ )

§ urutan dan ketergantungan antar aktivitas yang dinyatakan sebagai *successor*.

2. Putaran pertama aktivitas “x” mengalami keterlambatan sebesar 20% durasinya. Keterlambatan pada aktivitas “x” =  $delay = 20\%$  durasi.

3. Memeriksa apakah keterlambatan yang terjadi pada aktivitas tersebut akan menyebabkan keterlambatan proyek secara keseluruhan .

Keterlambatan pada proyek =  $delay_p = delay - float$ .

4. Mengidentifikasi aktivitas pengikut yang akan dipercepat agar total durasi proyek tetap sesuai dengan jadwal.

5. Mempercepat pada salah satu aktivitas pengikut dan memeriksa kemungkinan aktivitas pengikut dapat dilakukan percepatan, dengan batasan :

§ Durasi percepatan lebih kecil dari pada durasi aktivitas pengikut

( $d'_s < d_s =$  memenuhi).

§ Durasi percepatan aktivitas pengikut tidak lebih dari dua kali keterlambatan pada proyek ( $d_s > 2 \cdot delay_p =$  memenuhi, jadi percepatan dapat dilakukan).

6. Melakukan percepatan pada aktivitas pengikut yang memenuhi batasan diatas, dengan cara :

§ Menambah jumlah pekerja pada aktivitas pengikut dengan rumus :

$$\Delta n = n' - n = \frac{\Sigma mh}{d'_s \cdot xH} - n$$

Memeriksa jumlah pekerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas percepatan dengan batasan penambahan jumlah pekerja maksimum sebanyak 5 orang, ( $\Delta n \leq 5 \rightarrow$  memenuhi ).

§ Menambah jam kerja pada aktivitas pengikut dengan rumus :

$$\Delta H = H' - H = \frac{\Sigma mh}{d'_s \cdot xn} - H$$

Memeriksa jam kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas percepatan dengan batasan penambahan jam kerja maksimum sebesar 4 jam, ( $\Delta H \leq 4 \rightarrow$  memenuhi).

Memeriksa jam kerja yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas percepatan dengan batasan jam kerja optimum/maksimum dalam satu hari kerja sebanyak 11 jam.



7. Berapa besar biaya dari penambahan diatas hingga penambahan pekerja maksimal atau jam kerja maksimal.
8. Kembali pada langkah (5) dan (6) untuk percepatan pada aktivitas pengikut berikutnya, sampai semua aktivitas pengikut selesai diperiksa.
9. Kembali pada langkah (1) sampai dengan (8), untuk keterlambatan pada aktivitas “x” sebesar 40%, 60%, 80%, dan 100%.
10. Hasil akhir dari analisa tersebut diatas ditampilkan dalam bentuk tabel dan grafik. Kemudian kembali pada langkah (1) sampai dengan (10) untuk semua aktivitas yang terdapat pada sistem penjadwalan (CPM).

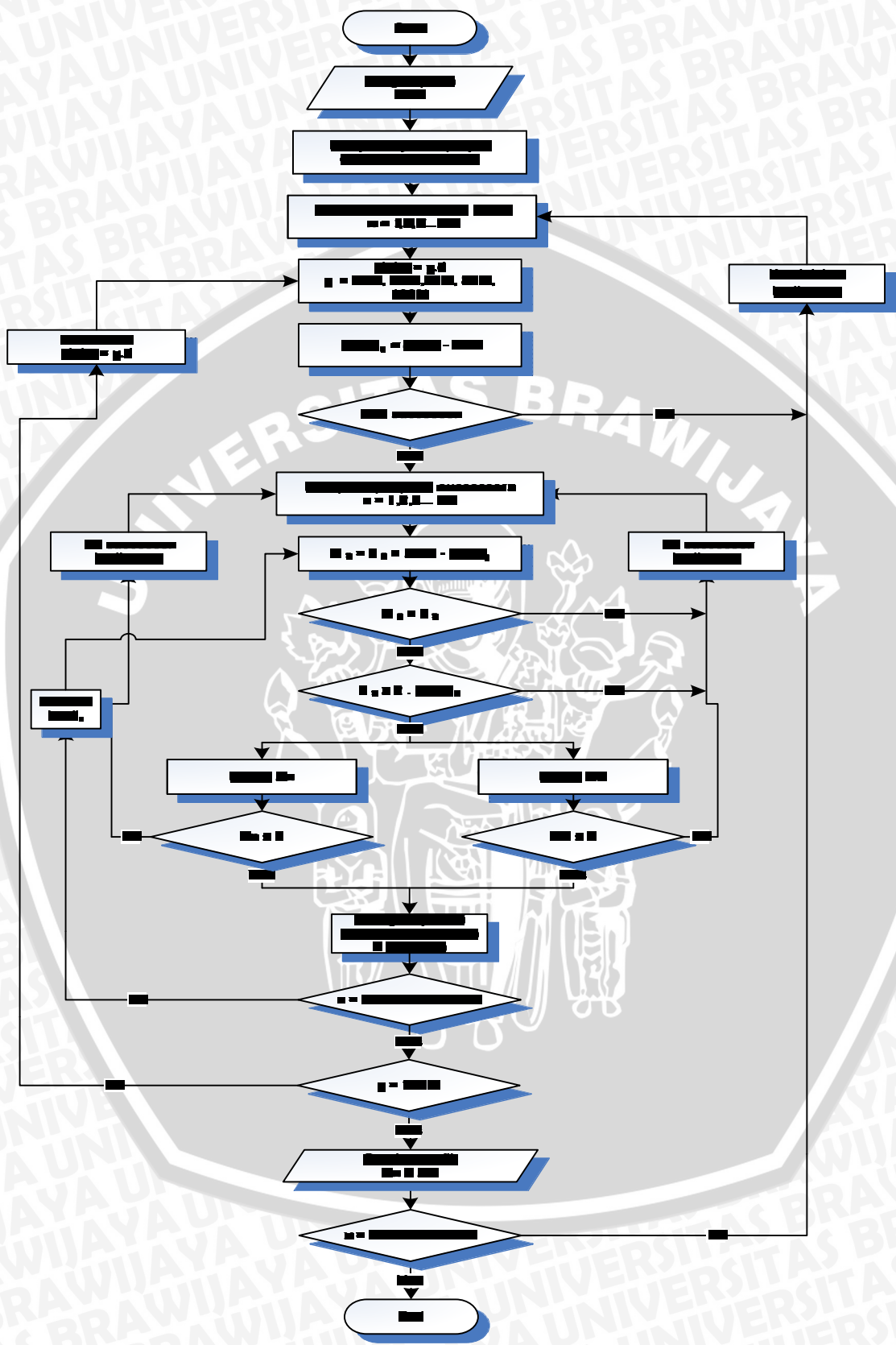
### 3.5. Prosedur Aplikasi “*What If*” pada Aktivitas yang Terlambat

Langkah – langkah yang dapat dilakukan adalah sebagai berikut seperti terlihat pada gambar 3.2 :

1. Menyusun jadwal proyek dengan menggunakan metode CPM.
2. Menentukan keterlambatan suatu aktivitas (prosentase keterlambatan aktivitas yang terlambat).
3. Mengidentifikasi aktivitas yang terlambat tersebut, apakah merupakan aktivitas kritis atau non-kritis.
4. Cek apakah aktivitas tersebut memiliki aktivitas yang terpengaruh langsung.
5. Lihat perhitungan analisis “*What If*” pada aktivitas yang terlambat.
6. Dari perhitungan analisis “*What If*” pada aktivitas yang terlambat, didapatkan hasil berupa penambahan jumlah kelompok tenaga kerja dan penambahan jam kerja.
7. Perhitungan penambahan biaya akibat penambahan kelompok tenaga kerja dan penambahan jam kerja.

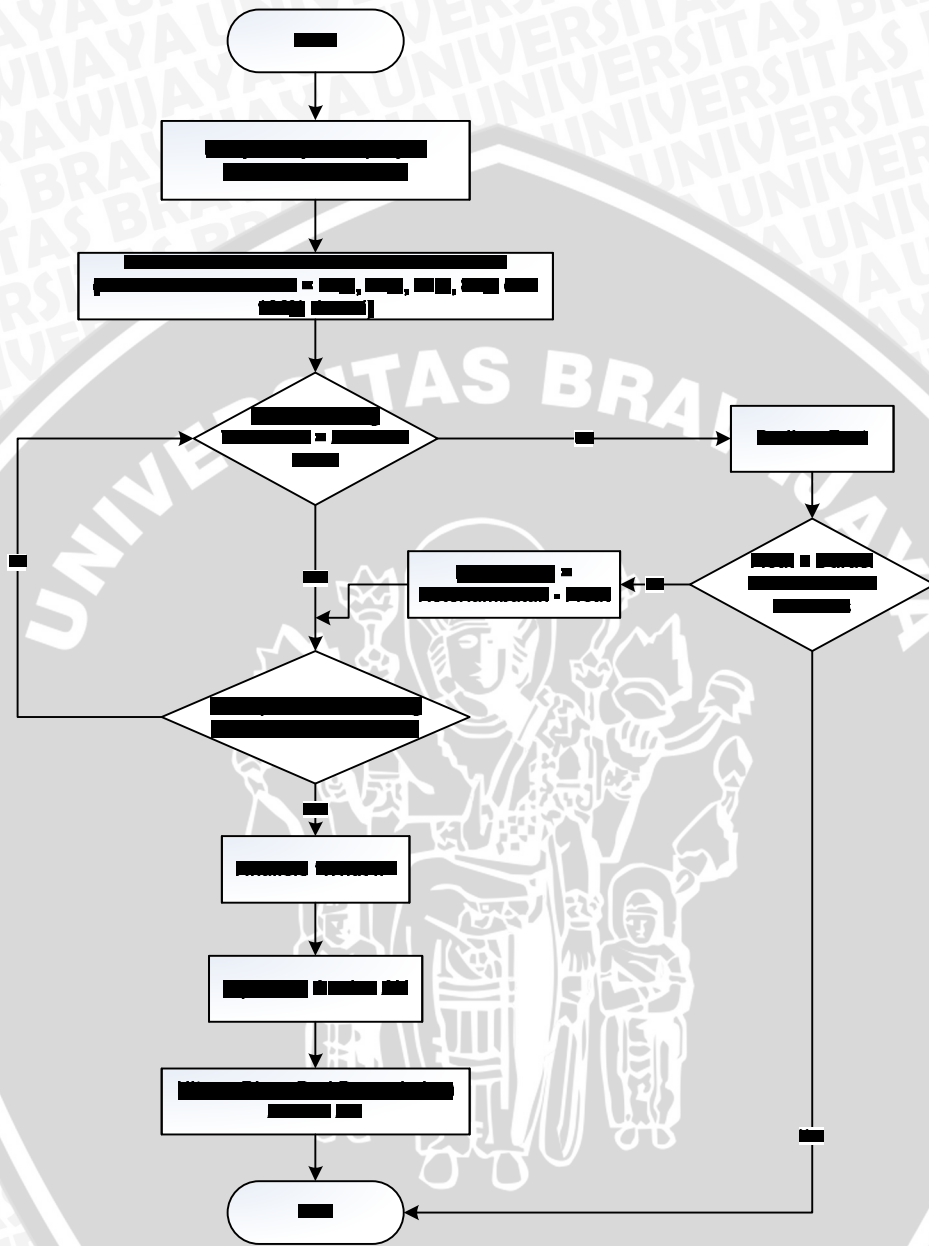


### 3.6. Diagram Alir Penelitian (Flow Chart)



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian (Flowchart)

3.7. Diagram Alir Aplikasi “What If” dari Aktivitas yang Terlambat



Gambar 3.2. Diagram Alir Aplikasi “What If” dari Aktivitas yang Terlambat

## BAB IV ANALISIS DATA

### 4.1. Identifikasi Data

Data-data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data-data yang diperoleh dari proyek Pembangunan R.S.U Dr. Haryoto Kabupaten Lumajang. Adapun data-data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

- § *Time Schedule.*
- § Jumlah pekerja rencana setiap pekerjaan.
- § Jam kerja perhari untuk menyelesaikan pekerjaan tiap aktivitas, yaitu pukul 08.00 – 12.00 dan pukul 13.00 – 16.00 (7 jam per hari kerja).
- § Hari kerja yang dipakai untuk melakukan pekerjaan, yaitu Senin sampai dengan hari Sabtu (6 hari).
- § Durasi masing-masing aktivitas.

Untuk memudahkan dalam menganalisis, maka diberikan kode tersendiri pada nama-nama aktivitas, seperti pada Tabel 4.1 dibawah ini :

**Tabel 4.1. Kode-kode Aktivitas**

No	Jenis Aktivitas	Kode
<b>1</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>	<b>A</b>
2	Pembersihan Lokasi	A <sub>1</sub>
3	Pengukuran	A <sub>2</sub>
4	Pas. Bowplank	A <sub>3</sub>
5	Direksi Keet	A <sub>4</sub>
<b>6</b>	<b>PEKERJAAN TANAH</b>	<b>B</b>
7	Galian Tanah Pondasi Telapak	B <sub>1</sub>
8	Galian Tanah Pondasi Batu kali	B <sub>2</sub>
9	Urugan Tanah Sampai 0,00 lantai & Pemasangan	B <sub>3</sub>
10	Urugan Tanah Kembali (untuk galian pondasi)	B <sub>4</sub>
11	Urugan Pasir Bawah Pondasi Foot Plat	B <sub>5</sub>
12	Urugan Pasir Bawah Lantai t =10 cm	B <sub>6</sub>
13	Urugan Pasir Bawah Tangga	B <sub>7</sub>



<b>14</b>	<b><u>PEKERJAAN BETON</u></b>	
<b>15</b>	<b>PEKERJAAN BETON LT. I</b>	<b>C</b>
16	Rabatan Lantai Kerja Pondasi Telapak	C <sub>1</sub>
17	Pondasi Telapak	C <sub>2</sub>
18	Bongkaran dan Siraman Pondasi Telapak	C <sub>3</sub>
19	Pondasi Telapak Tangga	C <sub>4</sub>
20	Bongkaran & Siraman Telapak Tangga	C <sub>5</sub>
21	Sloof 20/30 cm <sup>2</sup>	C <sub>6</sub>
22	Bongkaran & Siraman Sloof 20/30	C <sub>7</sub>
23	Kolom 30/40 cm <sup>2</sup>	C <sub>8</sub>
24	Bongkaran & Siraman Kolom 30/40	C <sub>9</sub>
25	Kolom 30/30 cm <sup>2</sup>	C <sub>10</sub>
26	Bongkaran & Siraman Kolom 30/30	C <sub>11</sub>
27	Kolom 25/25 cm <sup>2</sup>	C <sub>12</sub>
28	Bongkaran & Siraman Kolom 25/25	C <sub>13</sub>
29	Kolom d = 40cm	C <sub>14</sub>
30	Bongkaran & Siraman Kolom d = 40cm	C <sub>15</sub>
31	Kolom Praktis 15/15 cm <sup>2</sup>	C <sub>16</sub>
32	Bongkaran & Siraman Kolom Praktis 15/15	C <sub>17</sub>
33	Balok luiffel LT 1 15/15 cm <sup>2</sup>	C <sub>18</sub>
34	Bongkaran & Siraman Luiffel LT 1 15/15	C <sub>19</sub>
35	Beton Tangga Type I	C <sub>20</sub>
36	Bongkaran & Siraman Tangga Type I	C <sub>21</sub>
37	Beton Tangga Type II	C <sub>22</sub>
38	Bongkaran & Siraman Tangga Type II	C <sub>23</sub>
39	Plat Lantai t = 12cm	C <sub>24</sub>
40	Plat Atap Selasar t = 10 cm	C <sub>25</sub>
41	Bongkaran & Siraman Plat Atap Selasar	C <sub>26</sub>
42	Luiffel Jendela LT I	C <sub>27</sub>
43	Bongkaran & Siraman Luiffel Jendela	C <sub>28</sub>
<b>44</b>	<b>PEKERJAAN BETON LT. II</b>	<b>D</b>
45	Kolom Praktis 15/15	D <sub>1</sub>
46	Bongkaran & Siraman Kolom 15/15	D <sub>2</sub>

47	Kolom 30/40	D <sub>3</sub>
48	Bongkaran & Siraman Kolom 30/40	D <sub>4</sub>
49	Kolom 30/30	D <sub>5</sub>
50	Bongkaran & Siraman Kolom 30/30	D <sub>6</sub>
51	Kolom 25/25	D <sub>7</sub>
52	Bongkaran & Siraman Kolom 25/25	D <sub>8</sub>
53	Kolom d = 40 cm	D <sub>9</sub>
54	Bongkaran & Siraman Kolom d = 40 cm	D <sub>10</sub>
55	Pembalokan (25/50, 25/35, 20/30, 20/40, 15/25)	D <sub>11</sub>
56	Bongkaran & Siraman Pembalokan	D <sub>12</sub>
57	Balok Luiffel LT.II 15/15	D <sub>13</sub>
58	Bongkaran Balok Luiffel 15/15	D <sub>14</sub>
59	Plat lantai II t = 12 cm	D <sub>15</sub>
60	Bongkaran & Siraman Plat LT.II	D <sub>16</sub>
61	Lisplank Beton r = 0,86, t = 10 cm	D <sub>17</sub>
62	Bongkaran Lisplank Beton r = 0,86, t = 10 cm	D <sub>18</sub>
63	Luiffel Jendela LT.II	D <sub>19</sub>
64	Bongkaran & Siraman Luiffel Jendela LT. I	D <sub>20</sub>
<b>65</b>	<b>BETON ATAP</b>	<b>E</b>
66	Pembalokan (25/35, 20/30, 20/40)	E <sub>1</sub>
67	Bongkaran & Siraman Pembalokan	E <sub>2</sub>
68	Plat Atap	E <sub>3</sub>
69	Bongkaran & Siraman Plat Atap	E <sub>4</sub>
70	Lisplank Beton t = 8 cm	E <sub>5</sub>
71	Bongkaran & Siraman Lisplank	E <sub>6</sub>
72	Ringbalk 20/40	E <sub>7</sub>
73	Bongkaran & Siraman Ringbalk	E <sub>8</sub>
<b>74</b>	<b><u>PEKERJAAN ATAP</u></b>	
<b>75</b>	<b>PEKERJAAN RANGKA ATAP</b>	<b>F</b>
76	Kuda-Kuda Baja Type I	F <sub>1</sub>
77	Kuda-Kuda Baja Type II	F <sub>2</sub>
78	Alat Penyambung	F <sub>3</sub>
79	Gording	F <sub>4</sub>

80	Papan Jurai Luar	F <sub>5</sub>
81	Penggantung Gording	F <sub>6</sub>
82	Plat Tumpuan 25x25, t = 10 cm	F <sub>7</sub>
83	Lisplank 2 x (3x20)	F <sub>8</sub>
84	Usuk 5/7 Kruing	F <sub>9</sub>
85	Reng Kruing 2/3	F <sub>10</sub>
<b>86</b>	<b>PENUTUP ATAP</b>	<b>G</b>
87	Atap genteng	G <sub>1</sub>
88	Bubungan	G <sub>2</sub>
<b>89</b>	<b>PEKERJAAN PASANGAN</b>	
<b>90</b>	<b>PEKERJAAN PASANGAN LT. I</b>	<b>H</b>
91	Aanstamping	H <sub>1</sub>
92	Pasangan Pondasi Batu Kali 1 : 5	H <sub>2</sub>
93	Pasangan Bata Merah ½ Batu 1 : 5	H <sub>3</sub>
94	Pasangan Rollag Tangga	H <sub>4</sub>
95	Plesteran 1 : 3	H <sub>5</sub>
96	Col Plint Lantai	H <sub>6</sub>
97	Patlah Bata	H <sub>7</sub>
98	Trasram 1 : 2	H <sub>8</sub>
99	Pasangan Rollag Tangga	H <sub>9</sub>
<b>100</b>	<b>PEKERJAAN PASANGAN LT. II</b>	<b>I</b>
101	Pas.bata merah 1/2 batu 1:5	I <sub>1</sub>
102	Plesteran 1:3	I <sub>2</sub>
103	Col-Colant Plint	I <sub>3</sub>
104	Transram 1:2	I <sub>4</sub>
105	Benangan	I <sub>5</sub>



## 4.2. Analisis Model CPM (*Critical Path Method*)

### 4.2.1. Hubungan Aktivitas

Model CPM yang dipakai adalah suatu jadwal pelaksanaan Proyek Pembangunan Rumah Sakit Umum DR. Haryoto Kabupaten Lumajang yang menggunakan Metode Penjadwalan Jalur Kritis atau *Critical Path Method* (CPM) dengan Program Microsoft Project.

Pertama-tama memasukkan data-data yang didapat dari proyek ke dalam program *Microsoft Project*, yang meliputi : jenis aktivitas, durasi rencana aktivitas serta urutan dan ketergantungan antar aktivitas. Setelah itu akan didapatkan aktivitas-aktivitas mendahului (*predecessor*) dan aktivitas-aktivitas yang mengikuti (*Successor*) (Tabel 4.2).

Dari tabel tersebut, dihasilkan suatu diagram batang (*Gantt Chart*) serta jaringan kerja (*Network Diagram*) (lampiran 2, halaman 73) yang dapat menginformasikan kapan suatu pekerjaan dimulai dan kapan pula suatu pekerjaan selesai dilaksanakan.

### 4.2.2. Perhitungan Jumlah Tenaga Kerja

Untuk contoh perhitungan, diambil pada aktivitas Urugan Pasir Bawah Pondasi Footplat (B<sub>5</sub>). Dengan koefisien pekerja diperoleh dari koefisien kepala tukang, tukang dan pekerja. Adapun data-data aktivitas tersebut sebagai berikut :

- ü Volume : 47,46 m<sup>3</sup>
- ü Durasi : 3 hari
- ü Koefisien pekerja : 0,300 Hr / org

Sehingga didapat jumlah pekerja dalam 1 hari :

$$\text{ü Jumlah pekerja} = \frac{0,300 \times 47,46}{3} = 4,75 \text{ orang}$$

$$\text{ü Total jumlah tenaga kerja} = 4,75 \approx 5 \text{ orang}$$

### 4.3. Perhitungan Analisis “What If”

Pada model penjadwalan CPM (terlampir), kegiatan dimulai dari aktivitas A<sub>1</sub> dan berakhir pada aktivitas I<sub>5</sub>. Untuk contoh perhitungan diambil pada aktivitas F<sub>1</sub>.

- 1) Memasukkan data aktivitas F<sub>1</sub> dari model penjadwalan CPM yang meliputi :
  - § Durasi rencana aktivitas F<sub>1</sub> adalah d = 18 hari.
  - § Tenggang waktu (*float*) = 0 hari, berarti aktivitas F<sub>1</sub> merupakan aktivitas kritis.

§ Jumlah tenaga kerja rencana untuk menyelesaikan aktivitas  $F_1$  adalah  $n = 23$  orang.

§ Jam kerja rencana dalam sehari untuk aktivitas  $F_1$  adalah  $H = 7$  jam/hari.

§ Total jam-orang yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas  $F_1$  adalah  $\sum mh = d \times n \times H = 18 \times 23 \times 7 = 2898$  jam-orang.

2) Bila aktivitas  $F_1$  mengalami keterlambatan 20% dari durasinya (Tabel 4.3).

Keterlambatan pada aktivitas  $F_1$  :  $delay = 20\%$  durasi =  $20\% \times 18 = 3,6$  hari.

3) Keterlambatan pada proyek :  $delay_p = delay - float = 3,6 - 0 = 3,6$  hari.

Diperiksa apakah  $delay_p > 0 \leftrightarrow 3,6 > 0 \rightarrow$  proyek mengalami  $delay$  akibat keterlambatan aktivitas  $F_1$  sebesar 20%.

4) Periksa aktivitas pengikut dari aktivitas  $F_1$  yaitu  $F_2$ .

5) Alternatif percepatan pada aktivitas pengikut agar total durasi proyek tetap :

ü Aktivitas  $F_2$  dipercepat.

§ Data-data aktivitas  $F_2$  adalah sebagai berikut :

$$d_s = 18 \text{ hari}$$

$$float_s = 0 \text{ hari}$$

$$n = 19 \text{ orang}$$

$$H = 7 \text{ jam/hari}$$

$$\sum mh = 2394 \text{ jam-orang}$$

$$\text{Durasi percepatan } d'_s = d_s + float_s - delay_p = 18 + 0 - 3,6 = 14,4 \text{ hari.}$$

§ Diperiksa  $d'_s < d_s \leftrightarrow 14,4 \text{ hari} < 18 \text{ hari} \rightarrow$  memenuhi.

§ Diperiksa  $d_s > 2 \cdot delay_p \leftrightarrow 18 \text{ hari} > 2 \times 3,6 = 7,2 \text{ hari} \rightarrow$  memenuhi, jadi percepatan pada aktivitas  $F_2$  dapat dilakukan.

§ Melakukan percepatan pada aktivitas  $F_2$  dengan cara :

Ø Menambah jumlah tenaga kerja

$$\Delta n = n' - n = \frac{\sum mh}{d'_s \times H} - n = \frac{2394}{14,4 \times 7} - 19 = 4,75 \text{ orang}$$

$$\text{Diperiksa } \Delta n \leq 5$$

$$4,75 \leq 5 \text{ orang/hari} \rightarrow \text{memenuhi.}$$

$$\text{Total penambahan jumlah tenaga kerja} = 19 + 4,75 = 23,75 \text{ orang/hari.}$$

Ø Menambah jam kerja

$$\Delta H = H' - H = \frac{\sum mh}{d'_s \times n} - H = \frac{2394}{14,4 \times 19} - 7 = 1,75 \text{ jam/hari.}$$

Diperiksa  $\Delta H \leq 4$

$1,75 \text{ jam/hari} \leq 4 \text{ jam/hari} \rightarrow$  memenuhi

Total penambahan jam kerja =  $7 + 1,75 = 8,75 \text{ jam/hari}$ .

- 6) Langkah-langkah diatas diulang untuk keterlambatan  $F_1$  sebesar 40%, 60%, 80%, dan 100% (Tabel 4.3, 4.4, 4.5 dan 4.6).
- 7) Hasil akhir dari perhitungan disajikan berupa grafik alternatif percepatan aktivitas dengan penambahan jumlah tenaga kerja (Gambar 4.1) dan penambahan jam kerja (Gambar4.2).

UNIVERSITAS BRAWIJAYA















Keterangan Tabel Perhitungan (Tabel 4.3 - 4.7) :

Kolom 1 : **Kode**, menunjukkan kode aktivitas.

Kolom 2 : **Aktivitas predecessor**, menunjukkan aktivitas yang mendahului.

Kolom 3 : **Aktivitas successor**, menunjukkan aktivitas-aktivitas yang mengikuti.

Kolom 4 : **Durasi**, menunjukkan durasi aktivitas (hari).

Kolom 5 : **Float**, menunjukkan besarnya tenggang waktu aktivitas (hari). Data *float* diambil dari nilai *Total Float* pada *Gantt Chart*.

Kolom 6 : **n**, menunjukkan banyaknya jumlah pekerja rencana untuk menyelesaikan aktivitas (orang/hari).

Kolom 7 : **H**, menunjukkan banyaknya jam kerja rencana dalam satu hari (jam/hari).

Kolom 8 :  $\sum mh$ , menunjukkan banyaknya total man-hour (jam-orang) yang dibutuhkan untuk menyelesaikan aktivitas.

Kolom 9 : **delay**, menunjukkan besarnya keterlambatan yang terjadi pada aktivitas (hari).

Kolom 10 : **delay<sub>p</sub>**, menunjukkan besarnya keterlambatan yang terjadi pada proyek (hari).

Kolom 11 : **delay?**, merupakan kolom pemeriksaan apakah keterlambatan aktivitas menyebabkan keterlambatan proyek.

Kolom 12 : **d'<sub>s</sub>**, menunjukkan besarnya durasi percepatan yang dibutuhkan pada aktivitas pengikut / *successor* (dalam satuan hari).

Kolom 13 : **d'<sub>s</sub> < d<sub>s</sub>**, merupakan kolom pemeriksaan apakah durasi percepatan aktivitas pengikut lebih kecil dari durasi rencana aktivitas pengikut.

Kolom 14 : **d<sub>s</sub> ≥ 2 delay<sub>p</sub>**, merupakan kolom pemeriksaan apakah durasi rencana aktivitas pengikut lebih besar atau sama dengan dua kali keterlambatan proyek.

Kolom 15 : **Δn**, menunjukkan besarnya jumlah pekerja tambahan per hari yang dibutuhkan untuk percepatan (orang).

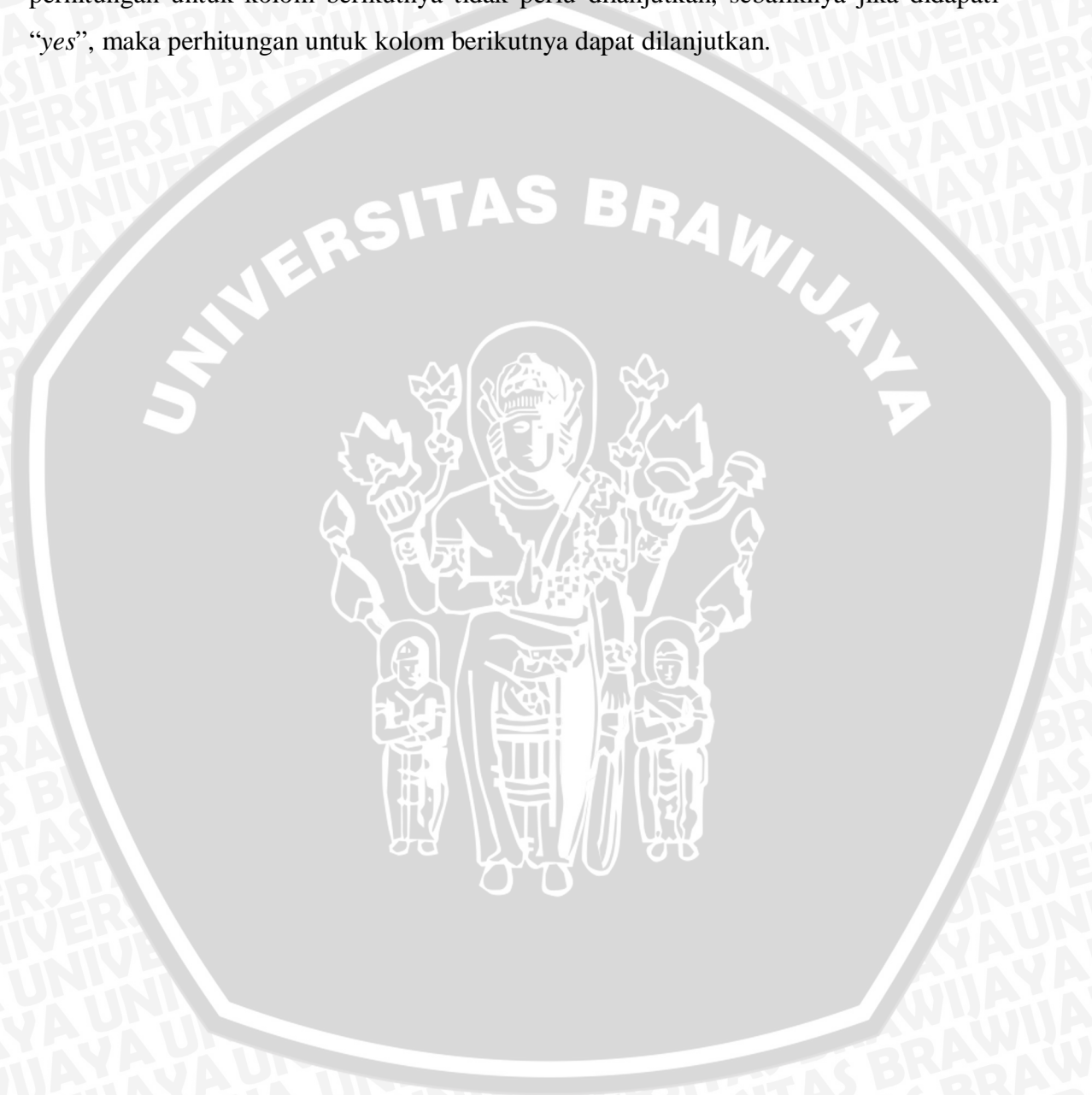
Kolom 16 : **Δn ≤ 5**, merupakan kolom pemeriksaan apakah penambahan jumlah tenaga kerja aktivitas percepatan kurang dari atau sama dengan jumlah penambahan tenaga kerja optimum proyek.

Kolom 17 : **ΔH**, menunjukkan banyaknya penambahan jam kerja per hari yang dibutuhkan untuk mempercepat aktivitas (jam/hari).

Kolom 18 :  $\Delta H \leq 4$ , merupakan kolom pemeriksaan apakah penambahan jam kerja aktivitas percepatan kurang dari atau sama dengan penambahan jam kerja optimum.

**Catatan :**

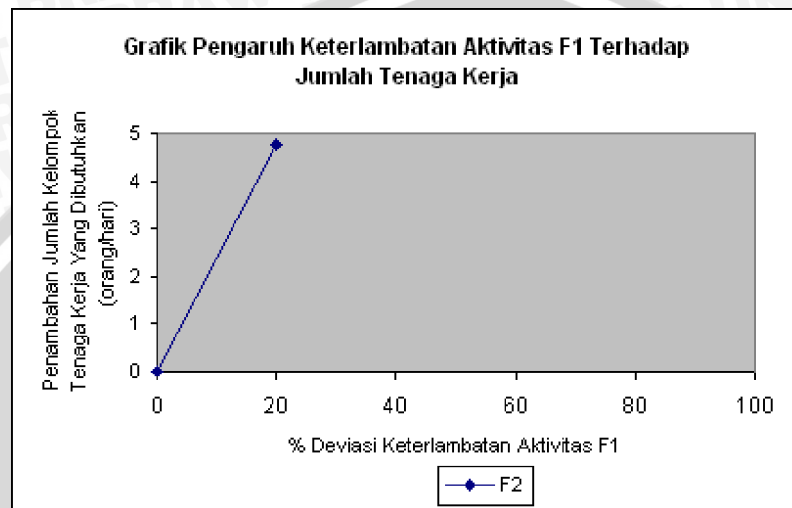
Jika didapati “no” pada salah satu dari kolom-kolom pemeriksaan tersebut, maka perhitungan untuk kolom berikutnya tidak perlu dilanjutkan, sebaliknya jika didapati “yes”, maka perhitungan untuk kolom berikutnya dapat dilanjutkan.



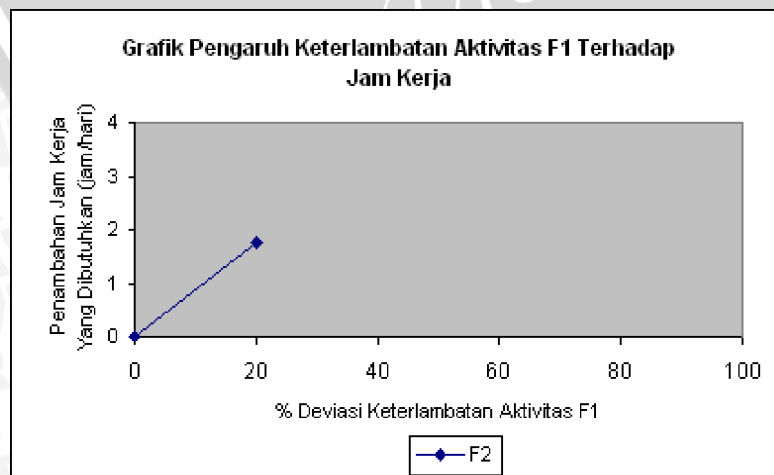


**Tabel 4.8. Penambahan Jumlah Tenaga Kerja Akibat Keterlambatan Aktivitas F<sub>1</sub>**

%d	F <sub>2</sub>
0	0,00
20	4,75
40	
60	
80	
100	

**Gambar 4.1. Grafik Pengaruh Keterlambatan Aktivitas F<sub>1</sub> Terhadap Jumlah Tenaga Kerja****Tabel 4.9. Penambahan Jam Kerja Akibat Keterlambatan Aktivitas F<sub>1</sub>**

%d	F <sub>2</sub>
0	0,00
20	1,75
40	
60	
80	
100	

**Gambar 4.2. Grafik Pengaruh Keterlambatan Aktivitas F<sub>1</sub> Terhadap Jam Kerja**

#### 4.4. Perhitungan Biaya

##### 4.4.1. Biaya Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja

Ø Perhitungan untuk mencari percepatan durasi akibat penambahan kelompok tenaga kerja

$$\Delta n = n' - n = \frac{\sum mh}{d'_s \times H} - n = \frac{d \times n \times H}{(d - d_p) \times H} - n$$

Dari rumus “*what If*” dapat diturunkan :

$$n' = \frac{d \times n}{d - d_p}$$

$$(n' \times d) - (n \times d_p) = d \times n$$

$$n' \times d_p = (n \times d) - (d \times n)$$

$$d_p = \frac{(n' \times d) - (d \times n)}{n'}$$

$$\Delta n = n' - n ; n' = \Delta n + n$$

$$d_p = \frac{d(\Delta n + n) - (d \times n)}{\Delta n + n}$$

$$d_p = \frac{\Delta n \times d}{\Delta n + n}$$

Keterangan :

- $\Delta n$  = Penambahan tenaga kerja
- $n$  = Jumlah pekerja rencana
- $n'$  = Jumlah pekerja setelah penambahan
- $d$  = Durasi awal
- $d_p$  = Durasi setelah percepatan
- $d'_s$  = Keterlambatan

Sebagai contoh perhitungan, diambil pada aktivitas Bongkaran dan Siraman Ringbalk (E<sub>8</sub>).

- Aktivitas yang terpengaruh : Plat tumpuan 25x25 (F<sub>7</sub>).
- Durasi : 6 hari.
- Jumlah kelompok tenaga kerja awal : 1 pekerja.
- Jumlah kelompok tenaga kerja setelah penambahan : 2 tukang.
- Jumlah penambahan maksimum : 5 orang

✓ **Pada saat keterlambatan 20% durasi**

Jumlah penambahan kelompok tenaga kerja pada perhitungan analisis “*what if*” = 0,14 orang, maka :

$$d_p = \frac{\Delta n \times d}{\Delta n + n}$$

$$d_p = \frac{(0,14) \times 6}{0,14 + 2} = 0,39$$

Jadi, apabila ditambah dengan 0,14 kelompok tenaga kerja maka durasi bisa dipercepat menjadi = 0,39 hari.

**Penambahan upah perhari**

Upah pekerja = Rp. 22.000 / hari

Upah tukang = Rp. 30.000 / hari

Jumlah pekerja awal = 1 orang

Jumlah tukang awal = 2 orang

Penambahan upah perhari pekerja :

= Jumlah Tenaga Kerja \* Upah pekerja perhari

= 1,14 \* 22.000

= Rp. 25.080 /hr

Penambahan upah perhari tukang :

= Jumlah Tenaga Kerja \* Upah pekerja perhari

= 2,28 \* 30.000

= Rp. 68.400 /hr

**Total Biaya Akibat Penambahan Kelompok Tenaga Kerja**

Total Biaya :

= (Penambahan upah perhari pekerja + Penambahan upah perhari tukang) \* Durasi akhir akibat percepatan

= (25.080 + 68.400) \* 5

= Rp. 467.400,-



Langkah tersebut diulang untuk keterlambatan 40%, 60%, 80% dan 100% durasi. Hasil akhir perhitungan dapat diketahui durasi, penambahan upah perhari, dan total biaya akibat penambahan tenaga kerja.

Hasil akhir perhitungan disajikan berupa tabel penambahan biaya akibat penambahan kelompok tenaga kerja (Lampiran 4, halaman 171).

#### 4.4.2. Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja

Ø Perhitungan untuk mencari percepatan durasi akibat penambahan jam kerja

$$\Delta H = H' - H = \frac{\sum mh}{d'_s \times n} - H = \frac{d \times n \times H}{(d - d_p) \times n} - H$$

Dari rumus “*what If*” dapat diturunkan :

$$H' = \frac{d \times H}{d - d_p}$$

$$(H' \times d) - (H' \times d_p) = d \times H$$

$$H' \times d_p = (H' \times d) - (d \times H)$$

$$d_p = \frac{(H' \times d) - (d \times H)}{H'}$$

$$\Delta H = H' - H; H' = \Delta H + H$$

$$d_p = \frac{d(\Delta H + H) - (d \times H)}{\Delta H + H}$$

$$d_p = \frac{\Delta H \times d}{\Delta H + H}$$

Keterangan :

- $\Delta H$  = Penambahan Jam kerja
- $H$  = Jumlah Jam kerja rencana
- $H'$  = Jumlah Jam kerja setelah penambahan
- $d$  = Durasi awal
- $d_p$  = Durasi setelah percepatan
- $d'_s$  = Keterlambatan

Sebagai contoh perhitungan, diambil pada aktivitas Bongkaran dan Siraman Ringbalk ( $E_8$ ).

- Aktivitas yang terpengaruh : Plat tumpuan 25x25 ( $F_7$ ).
- Durasi : 6 hari.
- Jumlah tenaga kerja awal : 1 pekerja.  
: 2 tukang.
- Jam kerja perhari : 7 jam
- Jumlah penambahan maksimum : 4 jam.

**Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor : KEP.234 /MEN/2003.**

**Pada hari biasa**, penambahan 1 jam lembur pertama upah dibayar upah kerja lembur sebesar 1,5 (satu setengah) x upah sejam, Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya, wajib dibayar upah kerja lembur sebesar 2 (dua) x upah sejam.

Upah Pekerja = Rp. 22,000/hr = Rp. 3.143/jam

Jumlah Pekerja awal = 1 orang

Upah tukang = Rp. 30,000/hr = Rp. 4.286/jam

Jumlah tukang awal = 2 orang

✓ **Pada saat keterlambatan 20% durasi**

Jumlah penambahan jam kerja pada perhitungan “*what if*” = 0,5  $\approx$  1 jam, maka :

$$d_p = \frac{1 \times 6}{1 + 7} = 0,75$$

Jadi, apabila ditambah dengan 1 jam maka durasi bisa dipercepat menjadi = 0,75 hari. Durasi akhir akibat percepatan = 6 – 0,75 = 5,25  $\approx$  5 hari.

**Penambahan upah perhari**

Penambahan upah/hr pekerja :

= Jumlah pekerja x Upah pekerja per hari

= 1 \* ((7 + ((2 \* 1) – 0,5)) \* 3.143)

= Rp. 26.714/hr

Penambahan upah/hr tukang :

$$\begin{aligned}
 &= \text{Jumlah tukang} \times \text{Upah tukang per hari} \\
 &= 2 * ((7 + ((2 * 1) - 0.5)) * 4.286) \\
 &= \text{Rp. 72.857/hr}
 \end{aligned}$$

### **Total Biaya Akibat Penambahan Jam Kerja**

Total Biaya :

$$\begin{aligned}
 &= (\text{Penambahan upah/hari pekerja} + \text{Penambahan upah/hari tukang}) * \text{Durasi akhir akibat percepatan} \\
 &= (26.714 + 72.857) * 5 \\
 &= \text{Rp. 497.857,-}
 \end{aligned}$$

Langkah tersebut diulang untuk keterlambatan 40%, 60%, 80% dan 100% durasi. Hasil akhir perhitungan dapat diketahui durasi, penambahan upah perhari, dan total biaya akibat penambahan jam kerja.

Hasil akhir perhitungan disajikan berupa tabel penambahan biaya akibat penambahan jam kerja (Lampiran 5, halaman 176).

#### **4.5. Analisis Penelitian Metode “What If”**

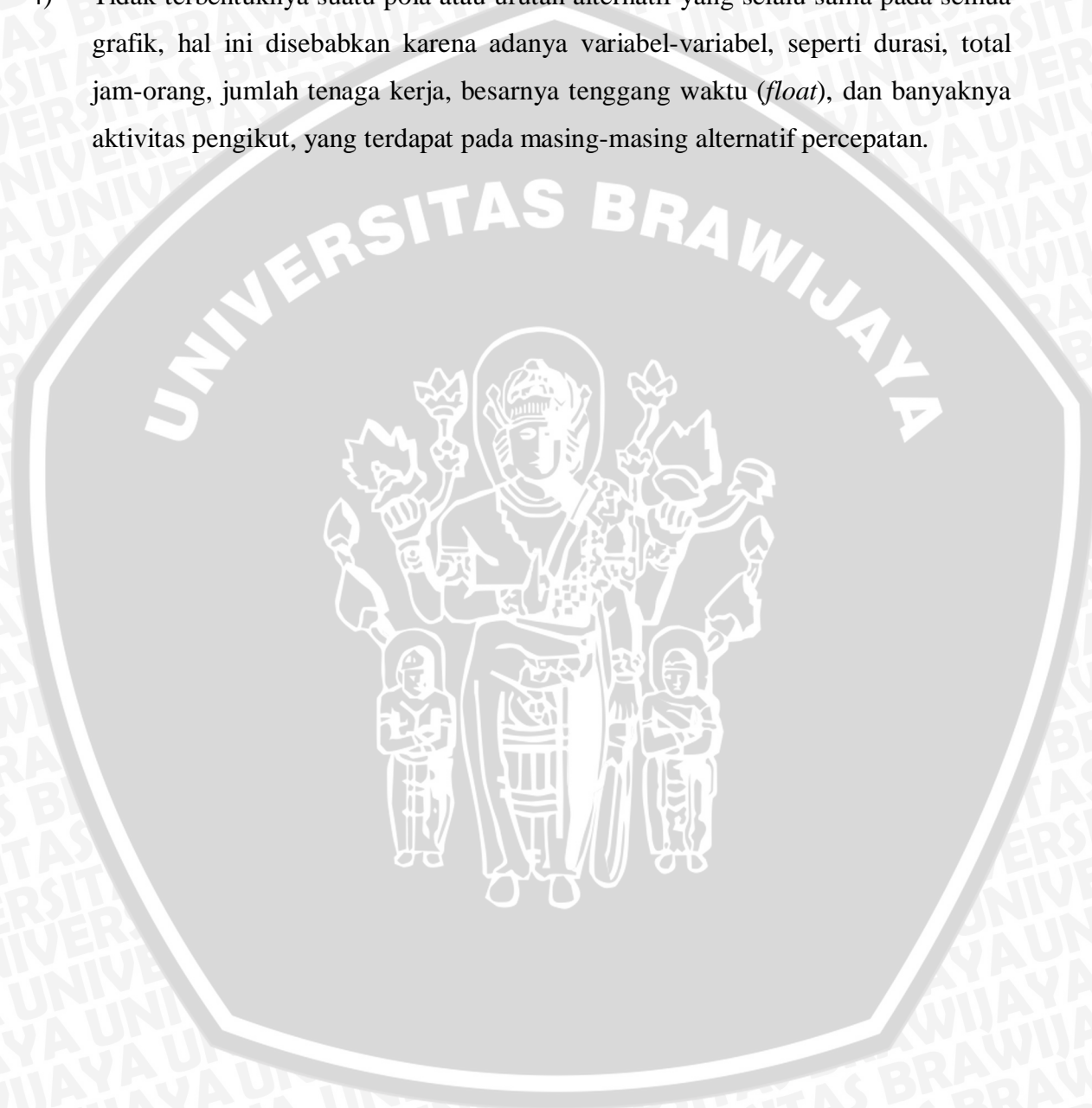
Hal-hal yang didapat dari hasil penelitian dengan memperhatikan hasil tabulasi dan grafik (lampiran 3) adalah :

- 1). Adanya beberapa alternatif percepatan yang tidak tergambar dalam grafik. Hal ini disebabkan karena alternatif tersebut tidak memenuhi salah satu dari kolom pemeriksaan yang ada dalam tabel (ditemui “no”).
- 2). Tidak semua aktivitas yang terlambat akan mempengaruhi total durasi proyek. Hal ini dapat terjadi jika aktivitas yang mengalami keterlambatan berada di luar jalur kritis, disini terlihat adanya peranan *float* atau tenggang waktu tiap aktivitas. Apabila keterlambatan durasi aktivitas yang terjadi masih lebih kecil daripada tenggang waktu aktivitas tersebut, maka keterlambatan yang terjadi pada aktivitas tersebut tidak akan menyebabkan keterlambatan durasi proyek, sehingga percepatan pada aktivitas pengikutnya tidak perlu dilaksanakan.
- 3). Tidak semua aktivitas pengikut dapat dipercepat, hal ini dapat terjadi karena :
  - ✓ Apabila aktivitas pengikut terletak di luar jalur kritis, maka perlu diperhatikan besarnya tenggang waktu atau *float* yang terdapat dalam aktivitas pengikut



tersebut. Jika tenggang waktu yang ada masih lebih besar daripada durasi percepatan yang harus ditambahkan, maka alternatif tidak dapat digunakan karena proyek akan tetap terlambat.

- ∨ Adanya batasan-batasan jumlah tenaga kerja maksimal dan jam kerja maksimal.
- 4) Tidak terbentuknya suatu pola atau urutan alternatif yang selalu sama pada semua grafik, hal ini disebabkan karena adanya variabel-variabel, seperti durasi, total jam-orang, jumlah tenaga kerja, besarnya tenggang waktu (*float*), dan banyaknya aktivitas pengikut, yang terdapat pada masing-masing alternatif percepatan.



#### 4.6. Identifikasi pada Contoh Kasus

Sebagai contoh kasus digunakan salah satu penelitian aktivitas yang terlambat pada proyek Pembangunan R.S.U. Dr. Haryoto Kabupaten Lumajang.

a) *Aktivitas tidak kritis yang mengalami keterlambatan, tetapi tidak mempengaruhi keterlambatan durasi proyek.*

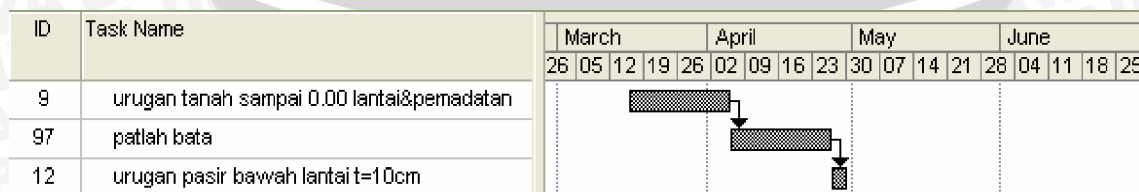
Aktivitas yang diambil sebagai contoh kasus yaitu aktivitas urugan tanah sampai 0.00 lantai & pemadatan ( $B_3$ ) (Lampiran 3, halaman 88). Adapun data-data yang didapat adalah sebagai berikut :

- Durasi = 18 hari
- Waktu pada *time schedule* = Tanggal 16/03/06 s/d 05/04/06
- Waktu pada saat pelaksanaan = Tanggal 16/03/06 s/d 12/04/06
- % keterlambatan aktivitas  $B_3$  = 40% durasi (7 hari)

Sedangkan dari hasil penjadwalan diperoleh data :

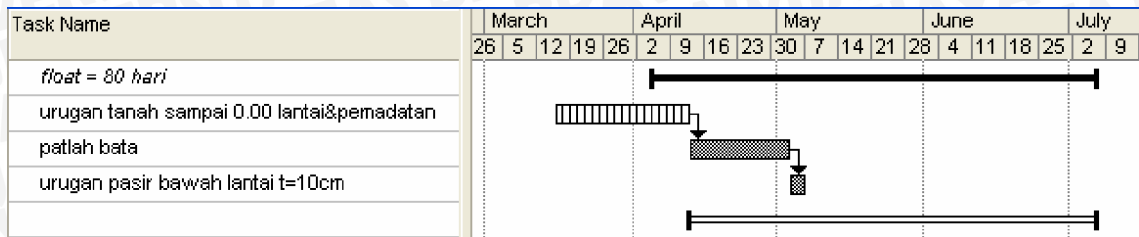
- Tenggang waktu (*float*) = 80 hari
- Aktivitas yang terpengaruh  $B_3$  = Patlah Bata ( $H_7$ )
- Aktivitas yang terpengaruh  $H_7$  = Urugan pasir bawah lantai  $t = 10\text{cm}$  ( $B_6$ )
- Aktivitas yang terpengaruh  $B_6$  = Plat lantai  $t = 12\text{cm}$  ( $C_{24}$ )



Berdasarkan data diatas, aktivitas urugan tanah sampai 0.00 lantai & pemadatan ( $B_3$ ) mengalami keterlambatan sebesar 40% durasinya. Dan hasil dari analisis perhitungan “*What If*” pada penelitian ini, tidak diperoleh metode antisipasi keterlambatan durasi pada aktivitas tersebut dikarenakan terdapatnya tenggang waktu (*float*) yang besar pada aktivitas tersebut. Sehingga apabila aktivitas  $B_3$  terlambat, maka aktivitas-aktivitas yang terpengaruh oleh aktivitas  $B_3$  tidak perlu dipercepat. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada gambar 4.3 dan gambar 4.4.



Keterangan : : durasi normal

**Gambar 4.3. Jadwal Normal Masing-masing Aktivitas**



Keterangan :  : durasi normal  : *float*  
 : durasi terlambat  : sisa tenggang waktu

**Gambar 4.4. Jadwal Keterlambatan Masing-masing Aktivitas Akibat Aktivitas Urugan Tanah sampai 0.00 Lantai&Pemadatan (B<sub>3</sub>) Terlambat**

Gambar 4.3 merupakan bagan balok dari jadwal normal yang ada pada *time schedule*. Dari *time schedule* dapat dilihat tanggal rencana dimulai pelaksanaan dan tanggal selesai pelaksanaan masing-masing aktivitas, seperti berikut :

- Aktivitas urugan tanah sampai 0.00 lantai & pemadatan (B<sub>3</sub>) : 16/03/06 s/d 05/04/06
- Aktivitas patlah bata (H<sub>7</sub>) : 06/04/06 s/d 26/04/06
- Aktivitas urugan pasir bawah lantai t = 10cm (B<sub>6</sub>) : 27/04/06 s/d 29/04/06

Sedangkan gambar 4.4, menunjukkan adanya keterlambatan pada saat pelaksanaan aktivitas B<sub>3</sub>, akibatnya tanggal selesai pekerjaan menjadi mundur. Sehingga aktivitas-aktivitas yang terpengaruh juga mengalami keterlambatan dari jadwal normal. Tetapi tidak mempengaruhi durasi rencana proyek, karena aktivitas B<sub>3</sub> memiliki tenggang waktu (*float*) yang cukup banyak. Adapun waktu dari keterlambatan dari masing-masing aktivitas :

- Tanggal saat pelaksanaan aktivitas aktivitas urugan tanah sampai 0.00 lantai & pemadatan (B<sub>3</sub>) di lapangan :
  - Ø Mulai : 16/03/06
  - Ø Selesai : 12/04/06
- Total keterlambatan sebesar 40% dari durasi semula (7 hari).
- Tenggang waktu (*float*) : 80 hari (16/03/06 s/d 16/06/06)
- Tanggal keterlambatan aktivitas yang terpengaruh, yaitu :
  - Ø Aktivitas patlah bata (H<sub>7</sub>) : 13/04/06 s/d 03/05/06
  - Ø Aktivitas urugan pasir bawah lantai t=10 cm (B<sub>6</sub>) : 04/05/06 s/d 06/05/06



Dari gambar 4.4 dapat dilihat sisa tenggang waktu (*float*) sebesar 73 hari. Sehingga dapat disimpulkan bahwa tanpa menambah jumlah kelompok tenaga kerja dan jam kerja, durasi proyek tidak mengalami keterlambatan.

**b) Aktivitas kritis yang mengalami keterlambatan.**

Aktivitas yang diambil sebagai contoh kasus yaitu aktivitas kuda-kuda baja type I ( $F_1$ ) (Lampiran 3, hal. 149). Adapun data-data yang didapat adalah sebagai berikut :

- Durasi = 18 hari
- Waktu pada *time schedule* = Tanggal 05/05/06 s/d 25/05/06
- Waktu pada saat pelaksanaan = Tanggal 08/05/06 s/d 03/06/06
- % keterlambatan aktivitas  $F_1$  = 40% durasi (7 hari)

Sedangkan dari hasil penjadwalan diperoleh data :

- Tenggang waktu (*float*) = 0 hari
- Aktivitas yang terpengaruh  $F_1$  = Kuda-kuda baja type II ( $F_2$ )
- Aktivitas yang terpengaruh  $F_2$  = Gording ( $F_4$ )
- Aktivitas yang terpengaruh  $F_4$  = Usuk 5/7 kruing ( $F_9$ )

✓ **Aplikasi “What If” Pada Contoh Kasus Aktivitas Kuda-kuda baja type I ( $F_1$ )**

Berdasarkan data diatas, aktivitas Kuda-kuda baja type I ( $F_1$ ) mengalami keterlambatan sebesar 40% durasinya. Dan hasil dari analisis perhitungan “*What If*” pada penelitian ini, diperoleh metode antisipasi keterlambatan durasi pada aktivitas tersebut dengan mempercepat aktivitas pengikutnya dengan penambahan jumlah kelompok tenaga kerja atau jam kerja.

Adapun aktivitas pengikut (aktivitas yang terpengaruh) yang dilakukan percepatan dengan penambahan jumlah kelompok tenaga kerja, sebagaimana yang terdapat pada lampiran 3 halaman 149 yaitu :

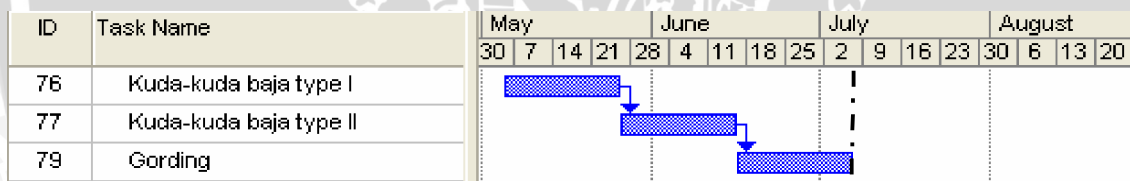
- Aktivitas kuda-kuda baja type II ( $F_2$ ), percepatan sebesar 20% durasi (3,6 hari). Karena merupakan prosentase keterlambatan maksimal aktivitas  $F_2$  yang didapat pada perhitungan dengan metode “*What If*”.
- Aktivitas Gording ( $F_4$ ), percepatan sebesar 20% durasi (3,6 hari). Batas persen percepatan ini diambil untuk menutupi kekurangan persen keterlambatan aktivitas  $F_1$ .

Dari prosentase percepatan aktivitas diatas, maka didapati total prosentase percepatan durasi sebesar 40%. Dan besarnya durasi percepatan dengan penambahan jumlah pekerja pada aktivitas yang terpengaruh  $F_1$ , dapat dilihat pada tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Penambahan Jumlah Tenaga Kerja Akibat Keterlambatan Aktivitas  $F_1$**

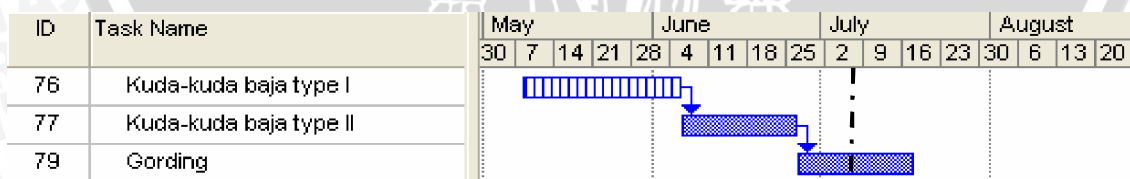
Kode	Aktivitas yang Terpengaruh	Durasi normal (hari)	Durasi Percepatan Aktivitas yg Terpengaruh		Penambahan Jumlah Kelompok Tenaga Kerja	Biaya (Rp)
			(%)	(hari)		
$F_2$	Kuda-kuda baja type II	18	20	14,4	4,75	29.011.500
$F_4$	Gording	18	20	14,4	3,75	19.883.500

Dan untuk mengetahui apakah analisis “*What If*” ini dapat diaplikasikan pada pelaksanaan aktivitas  $F_1$  yang mengalami keterlambatan, maka dilakukan perbandingan antara jadwal normal masing-masing aktivitas yang terpengaruh, jadwal keterlambatan aktivitas  $F_1$  terlambat, jadwal percepatan masing-masing aktivitas yang terpengaruh akibat keterlambatan aktivitas  $F_1$  dengan penambahan jumlah kelompok tenaga kerja, seperti pada gambar dibawah ini.



Keterangan : [Bar chart symbol] : durasi normal

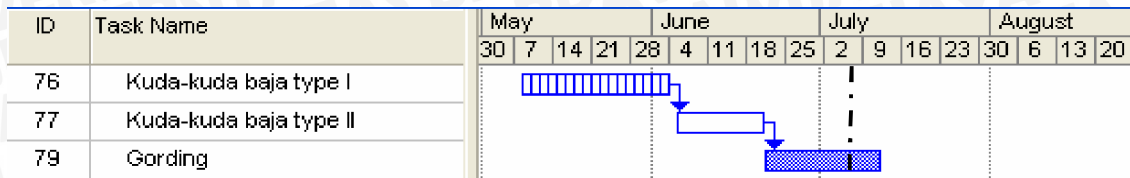
**Gambar 4.5. Jadwal Normal Masing-masing Aktivitas**



Keterangan : [Bar chart symbol] : durasi normal [Bar chart symbol] : durasi terlambat

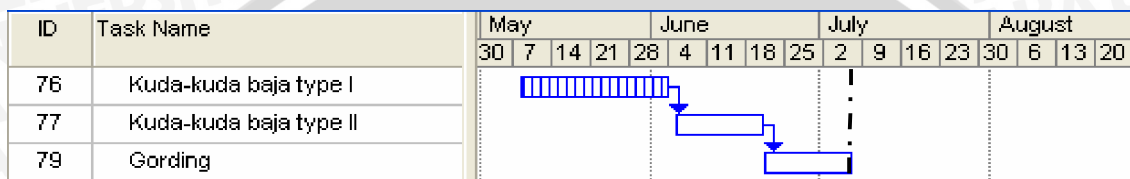
**Gambar 4.6. Jadwal Keterlambatan Masing-masing Aktivitas Akibat Aktivitas Kuda-kuda Baja Type I ( $F_1$ ) Terlambat**





Keterangan : ██████████ : durasi terlambat      ██████████ : durasi normal  
 □ : durasi percepatan

**Gambar 4.7. Jadwal Percepatan Aktivitas Yang Terpengaruh Pertama (Aktivitas Kuda-kuda Baja Type II)**



Keterangan : ██████████ : durasi terlambat      □ : durasi percepatan

**Gambar 4.8. Jadwal Percepatan Masing-masing Aktivitas Yang Terpengaruh Akibat Aktivitas Kuda-kuda Baja Type I (F<sub>1</sub>) Terlambat**

Gambar 4.5 merupakan bagan balok dari jadwal normal yang ada pada *time schedule*. Dari *time schedule* dapat dilihat tanggal rencana dimulai pelaksanaan dan tanggal selesai pelaksanaan masing-masing aktivitas, seperti berikut :

- Aktivitas kuda-kuda baja type I (F<sub>1</sub>) : 05/05/06 s/d 25/05/06
- Aktivitas kuda-kuda baja type II (F<sub>2</sub>) : 26/06/06 s/d 15/06/06
- Aktivitas Gording (F<sub>4</sub>) : 16/06/06 s/d 06/07/06

Sedangkan gambar 4.6, menunjukkan adanya keterlambatan pada saat pelaksanaan aktivitas F<sub>1</sub>, akibatnya tanggal selesai pekerjaan menjadi mundur. Sehingga aktivitas-aktivitas yang terpengaruh juga mengalami keterlambatan dari jadwal normal.

Adapun waktu dari keterlambatan dari masing-masing aktivitas :

- Tanggal saat pelaksanaan aktivitas kuda-kuda baja type I (F<sub>1</sub>) di lapangan :
  - Ø Mulai : 08/05/06
  - Ø Selesai : 03/06/06
- Total keterlambatan sebesar 40% dari durasi semula.
- Tanggal keterlambatan aktivitas yang terpengaruh, yaitu :
  - Ø Aktivitas kuda-kuda baja type II (F<sub>2</sub>) : 05/06/06 s/d 24/06/06
  - Ø Aktivitas gording (F<sub>3</sub>) : 26/06/06 s/d 15/07/06



Dari perbandingan gambar 4.5 dan gambar 4.8, didapati persamaan tanggal penyelesaian aktivitas gording yaitu tanggal 06/07/06. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan jumlah kelompok tenaga kerja pada aktivitas-aktivitas yang terpengaruh diatas, dapat mengantisipasi keterlambatan durasi pada aktivitas kuda-kuda baja type I.

Sedangkan untuk penambahan jam kerja, aktivitas-aktivitas yang terpengaruh yang dilakukan percepatan antara lain :

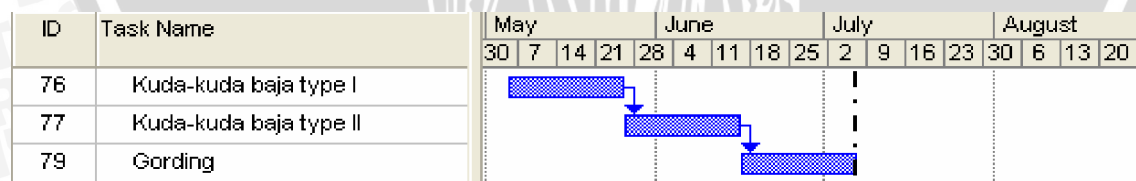
- Aktivitas kuda-kuda baja type II ( $F_2$ ), percepatan sebesar 20%
- Aktivitas gording ( $F_4$ ), percepatan sebesar 20%

Sehingga didapati total prosentase percepatan dari aktivitas-aktivitas yang terpengaruh diatas sebesar 40%. Untuk lebih jelasnya lihat tabel 4.11.

**Tabel 4.11 Penambahan Jam Kerja Akibat Keterlambatan Aktivitas  $F_1$**

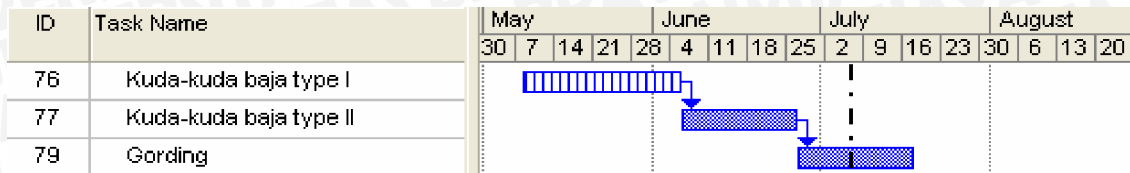
Kode	Aktivitas yang Terpengaruh	Durasi normal (hari)	Durasi Percepatan Aktivitas yg Terpengaruh		Penambahan Jam Kerja	Biaya (Rp)
			(%)	(hari)		
$F_2$	Kuda-kuda baja type II	18	20	14,4	1,75	12.894.000
$F_4$	Gording	18	20	14,4	1,75	10.374.000

Dan untuk mengetahui apakah analisis “*What If*” dengan penambahan jam kerja ini dapat diaplikasikan pada pelaksanaan aktivitas  $F_1$  yang mengalami keterlambatan, maka dilakukan perbandingan dengan membuat jadwal seperti pada penambahan jumlah kelompok tenaga kerja sebelumnya.



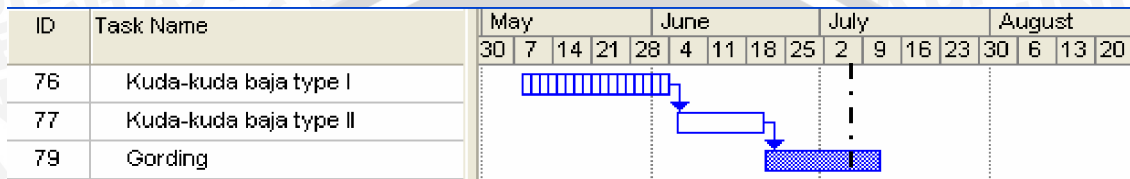
Keterangan :  : durasi normal

**Gambar 4.9. Jadwal Normal Masing-masing Aktivitas**



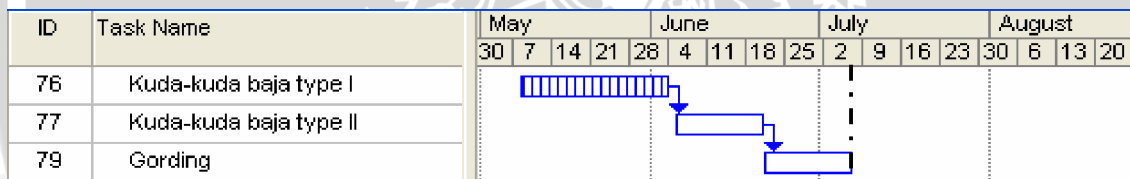
Keterangan : [Normal Duration] : durasi normal [Late Duration] : durasi terlambat

**Gambar 4.10. Jadwal Keterlambatan Masing-masing Aktivitas Akibat Aktivitas Kuda-kuda Baja Type I ( $F_1$ ) Terlambat**



Keterangan : [Late Duration] : durasi terlambat [Normal Duration] : durasi normal  
[Acceleration Duration] : durasi percepatan

**Gambar 4.11. Jadwal Percepatan Aktivitas Yang Terpengaruh Pertama (Aktivitas Kuda-kuda Baja Type II)**



Keterangan : [Late Duration] : durasi terlambat [Acceleration Duration] : durasi percepatan

**Gambar 4.12. Jadwal Percepatan Masing-masing Aktivitas Yang Terpengaruh Akibat Aktivitas Kuda-kuda Baja Type I ( $F_1$ ) Terlambat**

Sehingga dari perbandingan gambar 4.9 dan gambar 4.12, didapati persamaan tanggal penyelesaian aktivitas gording yaitu tanggal 06/07/06. Sehingga dapat disimpulkan bahwa dengan penambahan jam kerja pada aktivitas-aktivitas yang terpengaruh diatas, dapat mengantisipasi keterlambatan durasi pada aktivitas kuda-kuda baja type I.

## BAB V PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis penelitian, secara umum dapat diambil kesimpulan :

1. Keterlambatan yang terjadi pada aktivitas kritis akan menyebabkan keseluruhan durasi proyek terlambat. Sedangkan pada aktivitas non-kritis, besarnya tenggang waktu (*float*) untuk setiap aktivitas dapat digunakan sebagai tolok ukur terhadap keterlambatan yang terjadi. Apabila tenggang waktu (*float*) yang ada pada suatu aktivitas lebih kecil dari keterlambatan yang terjadi, maka keterlambatan tersebut akan menyebabkan keseluruhan durasi proyek terlambat. Sebaliknya, jika tenggang waktu (*float*) aktivitas yang ada lebih besar dari keterlambatan yang terjadi, maka keseluruhan durasi proyek tidak akan terlambat. Apabila keterlambatan suatu aktivitas berpengaruh terhadap keterlambatan total durasi, maka harus ada upaya untuk mempercepat aktivitas yang terpengaruh sehingga durasi kembali normal. Hal ini akan menyebabkan bertambahnya biaya.
2. Untuk mengantisipasi keterlambatan pelaksanaan pada suatu aktivitas (misal aktivitas A), yang dilakukan pertama adalah menyusun jadwal proyek yang dapat menunjukkan hubungan antar aktivitas. Hal ini dapat dilakukan dengan metode Jalur Kritis atau *Critical Path Method* yang dapat menggunakan program *Microsoft Project*. Jika keterlambatan aktivitas A mempengaruhi terlambatnya total durasi, maka dilakukan percepatan pada aktivitas yang terpengaruh langsung akibat terlambatnya aktivitas A tersebut sampai keterlambatannya diimbangi dengan percepatan sehingga kembali ke total durasi semula. Hasilnya akan diperoleh penambahan jumlah tenaga kerja atau jam kerja serta tambahan biayanya. Hal ini merupakan konsep dari analisis “*What If*”.
3. Biaya untuk memulihkan keterlambatan dapat dicari dengan menghitung jumlah biaya untuk menambah tenaga kerja atau jam kerja dari aktivitas yang dipercepat. Secara keseluruhan hasil dapat dilihat pada lampiran 4 dan lampiran 5.



## 5.2. Saran

Saran yang dapat diberikan sesuai dengan analisis yang telah dilakukan dalam penelitian ini adalah :

1. Dalam merencanakan suatu penjadwalan proyek, sebaiknya diperhatikan urutan pelaksanaan aktivitas dan umur pelaksanaan proyek. Karena hal ini akan sangat berguna pada saat pelaksanaan apabila terjadi keterlambatan pada salah satu aktivitas, kita dapat mengetahui aktivitas-aktivitas pengikut atau aktivitas-aktivitas yang terpengaruhnya. Sehingga kita dapat mengantisipasi keterlambatan pada aktivitas tersebut.
2. Sebaiknya pada setiap proyek ada langkah antisipasi jika terjadi keterlambatan pada suatu aktivitas, sehingga resiko keterlambatan durasi proyek dapat dicegah.
3. Diharapkan lebih memperhatikan jenis-jenis aktivitas dan hubungan antar aktivitas, karena adakalanya suatu aktivitas atau aktivitas yang terpengaruh yang terlambat tidak dapat dipercepat karena adanya perbedaan sifat dan karakteristik suatu aktivitas.



**DAFTAR PUSTAKA**

- Alifen, Ratna S. dkk. *Analisa “ What If “ Sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek*. Dimensi Teknik Sipil, Vol 1 No. 2, September, 1999. Jurnal Universitas Petra, Surabaya.
- Ervianto, I. Wulfram. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Penerbit : Andi, Yogyakarta, 2002.
- Proboyo, Budiman. *Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek : Klasifikasi dan Peringkat Dari Penyebab-Penyebabnya*. Dimensi Teknik Sipil, Vol. 1, No. 1, Maret , 1999. Jurnal Universitas Petra, Surabaya.
- Soeharto, Imam. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit Erlangga, Jakarta . 1997.



## DAFTAR PUSTAKA

Alifen, Ratna S. dkk. *Analisa “ What If “* Sebagai Metode Antisipasi Keterlambatan Durasi Proyek. *Dimensi Teknik Sipil*, Vol 1 No. 2, September, 1999. Jurnal Universitas Petra, Surabaya.

Proboyo, Budiman. *Keterlambatan Waktu Pelaksanaan Proyek : Klasifikasi dan Peringkat Dari Penyebab-Penyebabnya*. *Dimensi Teknik Sipil*, Vol. 1, No. 1, Maret , 1999. Jurnal Universitas Petra, Surabaya.

Soeharto, Imam. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Penerbit Erlangga, Jakarta . 1997.

