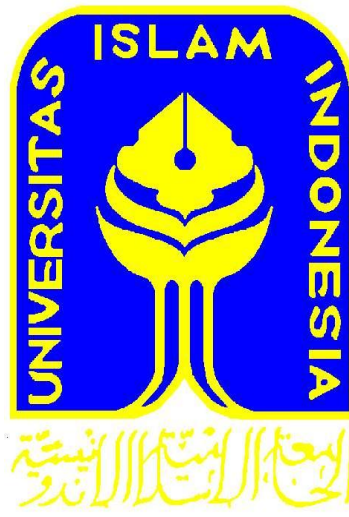


TESIS

**EVALUASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODA
CRASHING PADA PROYEK PEMBANGUNAN
RUMAH SAKIT UII
(*TIME AND COST EVALUATION USING CRASHING
METHOD ON UII HOSPITAL CONSTRUCTION
PROJECT*)**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Dua Teknik Sipil**



ARUM PUTRI KHINASIH

15.914.024

**KONSENTRASI MANAJEMEN KONSTRUKSI
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2018**

TESIS

**EVALUASI WAKTU DAN BIAYA DENGAN METODA
CRASHING PADA PROYEK PEMBANGUNAN
RUMAH SAKIT UII
(TIME AND COST EVALUATION USING CRASHING
METHOD ON UII HOSPITAL CONSTRUCTION
PROJECT)**

Halaman Pengesahan

Disusun oleh

Arum Putri Khinasih
15.914.024

Telah diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh derajat
Sarjana Strata Dua Teknik Sipil

Diuji pada tanggal 22 Februari 2018

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing I

Pembimbing II

Penguji

Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D.

Ir. Faisal AM., M.S.

Dr. Ir. Tuti Sumarningsih., S.T., M.T.

Tanggal: 22/2/2018

Tanggal:

Tanggal:

Mengesahkan,

Ketua Program Studi Teknik Sipil



Prof. Ir. Sarwidi, MSCE., Ph.D.

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tesis yang saya susun sebagai syarat untuk penyelesaian program Pascasarjana di Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tesis yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila di kemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tesis ini bukan hasil karya saya sendiri atau adanya plagiasi dalam bagian-bagian tertentu, saya bersedia menerima sanksi, termasuk pencabutan gelar akademik yang saya sandang sesuai dengan perundang-undangan yang berlaku.

Yogyakarta, 01 Februari 2018

Yang membuat pernyataan,



Arum Putri Khinasih

(15.914.024)

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah rabbil'alamiin, Puji syukur kita panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya demi usaha yang selama ini dilakukan sehingga dapat menyelesaikan laporan Tesis dengan judul *Evaluasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode Crashing Pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII*.

Berdasarkan Kurikulum Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, setiap mahasiswa diwajibkan menyusun laporan Tesis. Laporan Tesis ini disusun sebagai syarat memperoleh Derajat Sarjana Strata Dua (S2) Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Atas bantuan dan penjelasan serta petunjuk-petunjuk yang sangat bermanfaat dari berbagai pihak, karena itu dalam kesempatan yang baik ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ing., Ir. Widodo, M.Sc, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Prof. Ir. H. Sarwidi, MSCE., Ph.D, IP-U, selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Fitri Nugraheni, S.T., M.T., Ph.D, selaku Dosen Pembimbing I, yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
4. Bapak Ir. Faisol AM., M.S, selaku Dosen Pembimbing II, yang telah banyak memberikan bimbingan, pengarahan, dan motivasi sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini.
5. Ibu Dr. Ir. Tuti Sumarningsih, S.T., M.T, selaku dosen penguji, yang memberikan masukan dan saran dalam laporan tesis ini.
6. Kedua Orang Tua penulis Bapak Rudyanto dan Ibu Zahara yang telah berkorban begitu banyak baik material maupun spiritual hingga selesainya Tugas Akhir ini serta Kakak Adi, Abang Bakti, Ci Ari dan Adik Siwi.

7. Muhamad Erlangga Widyahananto yang telah membantu dalam penyelesaian laporan tesis ini.
8. Rekan mahasiswa Program Pascasarjana Magister Teknik Sipil, Konsentrasi Manajemen Konstruksi Angkatan 2015.

Akhir dari pengantar ini, kami berharap agar Tesis ini bermanfaat, sesuai dengan tujuan dan manfaatnya. Baik bagi rekan-rekan akademik teknik sipil maupun pembaca. Kritik dan saran yang membangun selalu terbuka demi penyempurnaan Tugas Akhir ini.

Yogyakarta, 01 Februari 2018

Penulis,

Arum Putri Khinasih
15.914.024

DAFTAR ISI

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| TESIS | i |
| PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI | Error! Bookmark not defined. |
| KATA PENGANTAR | iv |
| DAFTAR ISI | vi |
| DAFTAR TABEL | x |
| DAFTAR GAMBAR | xi |
| DAFTAR LAMPIRAN | xii |
| ABSTRAK | xiii |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 LATAR BELAKANG | 1 |
| 1.2 RUMUSAN MASALAH | 2 |
| 1.3 TUJUAN PENELITIAN | 2 |
| 1.4 BATASAN PENELITIAN | 3 |
| 1.5 MANFAAT PENELITIAN | 3 |
| 1.6 KEASLIAN PENELITIAN | 4 |
| 1.7 SISTEMATIKA PENULISAN | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA | 5 |
| 2.1.1 Evaluasi Waktu dan Biaya Dengan Metode <i>Crashing</i> | 5 |
| 2.1.2 Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum | 5 |
| 2.1.3 Analisis Percepatan Dengan Menambahkan Tenaga Kerja dan Jam Kerja | 6 |
| 2.1.4 Analisis Penjadwalan Waktu Proyek Dengan Metode <i>Crash Program</i> Menggunakan Jam Kerja Sistem <i>Shift</i> | 6 |
| 2.2 PERBEDAAN PENELITIAN | 7 |
| BAB III LANDASAN TEORI | 9 |
| 3.1 TINJAUAN UMUM | 9 |
| 3.2 MANAJEMEN PROYEK | 9 |

| | | |
|--------------------------|----------------------------------------|----|
| 3.2.1 | Fungsi Dasar Manajemen Proyek | 9 |
| 3.3 | PENJADWALAN PROYEK | 10 |
| 3.3.1 | Manfaat Penjadwalan | 11 |
| 3.3.2 | Sasaran dan Tujuan Proyek | 11 |
| 3.4 | METODE PENJADWALAN | 11 |
| 3.4.1 | Bagan Balok (<i>Barchart</i>) | 11 |
| 3.4.2 | Kurva S | 13 |
| 3.5 | MODAL TETAP PROYEK | 13 |
| 3.5.1 | Biaya Langsung | 14 |
| 3.5.2 | Biaya Tidak Langsung | 14 |
| 3.6 | HUBUNGAN BIAYA DAN WAKTU | 15 |
| 3.7 | PRODUKTIVITAS | 15 |
| 3.7.1 | Produktivitas Tenaga Kerja | 16 |
| 3.7.2 | Produktivitas Kerja Lembur | 17 |
| 3.7.3 | Produktivitas Penambahan Tenaga Kerja | 17 |
| 3.8 | ANALISA JARINGAN KERJA | 18 |
| 3.8.1 | Tujuan Analisa Jaringan Kerja | 19 |
| 3.9 | <i>MICROSOFT PROJECT</i> | 19 |
| 3.10 | <i>PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)</i> | 21 |
| 3.10.1 | Konstrain, <i>Lead</i> dan <i>Lag</i> | 21 |
| 3.10.2 | Identifikasi Jalur Kritis | 24 |
| 3.11 | KETERLAMBATAN PROYEK | 25 |
| 3.11.1 | Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan | 25 |
| 3.12 | METODE <i>CRASHING</i> | 26 |
| 3.13 | <i>COST SLOPE</i> | 28 |
| 3.13.1 | Prosedur Mempersingkat Durasi Proyek | 28 |
| BAB IV METODE PENELITIAN | | 30 |
| 4.1 | TINJAUAN UMUM | 30 |
| 4.2 | OBJEK DAN SUBJEK PENELITIAN | 30 |
| 4.3 | DATA PENELITIAN | 30 |
| 4.4 | ALAT YANG DIGUNAKAN | 31 |
| 4.5 | TAHAPAN PENELITIAN | 31 |

| | | |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 4.6 | BAGAN ALIR PENELITIAN | 33 |
| | BAB V ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN | 34 |
| 5.1 | TINJAUAN UMUM | 34 |
| 5.2 | DATA PROYEK | 34 |
| 5.2.1 | Lokasi Proyek | 34 |
| 5.2.2 | Data Awal Proyek | 35 |
| 5.2.3 | Daftar Harga Upah | 36 |
| 5.2.4 | Durasi Normal Kegiatan (Dn) | 36 |
| 5.3 | JARINGAN KERJA PDM | 37 |
| 5.4 | MENENTUKAN JUMLAH <i>RESOURCE</i> DAN UPAH PADA PEKERJAAN NORMAL | 39 |
| 5.5 | ANALISIS PERCEPATAN PROYEK DENGAN TAMBAH JAM KERJA | 40 |
| 5.5.1 | Durasi <i>Crash</i> (Dc) | 40 |
| 5.5.2 | Biaya <i>Crash</i> (Cc) | 43 |
| 5.5.3 | Penambahan Biaya Akibat Tambah Jam Kerja | 48 |
| 5.5.4 | Total Biaya Percepatan Proyek Dengan Tambah Jam Kerja | 50 |
| 5.6 | ANALISIS PERCEPATAN PROYEK TAMBAH TENAGA KERJA | 50 |
| 5.6.1 | Durasi <i>Crash</i> (Dc) | 50 |
| 5.6.2 | Biaya <i>Crash</i> (Cc) | 53 |
| 5.7 | ANALISIS BIAYA LANGSUNG DAN TIDAK LANGSUNG | 58 |
| 5.7.1 | Pekerjaan Normal dan Biaya Normal | 58 |
| 5.7.2 | Pekerjaan Percepatan dan Biaya Percepatan | 60 |
| 5.8 | REKAPITULASI WAKTU DAN BIAYA PROYEK | 62 |
| 5.9 | PEMBAHASAN | 62 |
| 5.9.1 | Analisis Waktu dan Biaya Proyek Normal | 62 |
| 5.9.2 | Indeks Produktivitas Akibat Percepatan Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja | 63 |
| 5.9.2.1 | Pengaruh Penambahan Jam Kerja Terhadap Produktivitas | 63 |
| 5.9.2.2 | Pengaruh Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Produktivitas | 64 |
| 5.9.3 | Analisis Percepatan Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja | 65 |

| | | |
|-----------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 5.9.3.1 | Analisis Waktu dan Biaya Penambahan Jam Kerja | 65 |
| 5.9.3.2 | Analisis Waktu dan Biaya Penambahan Tenaga Kerja | 66 |
| 5.9.3.3 | Perbandingan Waktu dan Biaya Normal dan Percepatan | 66 |
| 5.9.4 | Perbandingan Analisis Waktu dan Biaya Penelitian Dengan Tinjauan Pustaka | 67 |
| 5.9.5 | Percepatan Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Kondisi Lapangan | 69 |
| 5.9.6 | Implikasi Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja | 70 |
| 5.9.6.1 | Penambahan Jam Kerja | 70 |
| 5.9.6.1 | Penamabahan Tenaga Kerja | 70 |
| BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN | | 72 |
| 6.1 | KESIMPULAN | 72 |
| 6.2 | SARAN | 73 |
| DAFTAR PUSTAKA | | 74 |

DAFTAR TABEL

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya | 7 |
| Tabel 3.1 Identifikasi perhitungan Maju dan Mundur | 24 |
| Tabel 5.1 Daftar Harga Satuan Upah Pekerja Harian | 36 |
| Tabel 5.2 Durasi Normal Pekerjaan | 37 |
| Tabel 5.3 Pekerjaan–pekerjaan yang di <i>Crashing</i> | 38 |
| Tabel 5.4 Durasi <i>Crash</i> Dengan Percepatan Penambahan Jam Kerja | 42 |
| Tabel 5.5 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Percepatan dengan Penambahan Jam Kerja | 46 |
| Tabel 5.6 Penambahan Biaya Akibat Tambah Jam Kerja | 50 |
| Tabel 5.7 Total Biaya Percepatan Tambah Jam Kerja | 50 |
| Tabel 5.8 Durasi <i>Crash</i> Dengan Percepatan Penambahan Tenaga Kerja | 53 |
| Tabel 5.9 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja | 56 |
| Tabel 5.10 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Plat Lantai A3 t = 120 mm | 58 |
| Tabel 5.11 Perbandingan Waktu dan Biaya Normal dan <i>Crashing</i> | 62 |
| Tabel 5.12 Perbandingan Waktu Normal dan <i>Crashing</i> Penelitian dengan Tinjauan Pustakan | 67 |
| Tabel 5.13 Perbandingan Biaya Normal dan <i>Crashing</i> Penelitian dengan Tinjauan Pustakan | 68 |
| Tabel 5.14 Rekapitulasi Durasi Rencana dan Realisasi Lapangan | 70 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 3.1 Perkiraan dan Kenyataan Waktu yang Diperlukan Masing-masing Elemen Pekerjaan | 12 |
| Gambar 3.2 Hubungan Antara Biaya Total, Langsung, Tidak Langsung dan Optimal | 15 |
| Gambar 3.3 Indikasi Penurunan Produktivitas Karena Kerja Lembur | 17 |
| Gambar 3.4 Kepadatan Tenaga Kerja Dengan Produktivitas | 18 |
| Gambar 3.5 Hubungan Antara Waktu – Biaya dan Dipersingkat | 26 |
| Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian | 33 |
| Gambar 5.1 Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII | 34 |
| Gambar 5.2 Indikasi Penurunan Produktivitas Karena Kerja Lembur | 40 |
| Gambar 5.3 Kepadatan Tenaga Kerja dengan Produktivitas | 51 |
| Gambar 5.4 Kepadatan Tenaga Kerja dengan Produktivitas | 51 |
| Gambar 5.5 Indikasi Penurunan Produktivitas Karena Kerja Lembur | 63 |
| Gambar 5.6 Kepadatan Tenaga Kerja dengan Produktivitas | 64 |
| Gambar 5.7 Perbandingan Durasi Pekerjaan | 66 |
| Gambar 5.8 Perbandingan Cost Pekerjaan | 67 |
| Gambar 5.9 Perbandingan Waktu Normal dan <i>Crashing</i> Penelitian dengan Tinjauan Pustaka | 68 |
| Gambar 5.10 Perbandingan Biaya Normal dan <i>Crashing</i> Penelitian dengan Tinjauan Pustaka | 69 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | | |
|-------------|--------------------------------------------|----|
| Lampiran 1 | Profil Proyek | 76 |
| Lampiran 2 | RAB (Pekerjaan Struktur) | 77 |
| Lampiran 3 | Gambar Proyek | 78 |
| Lampiran 4 | Rincian Durasi Normal Pekerjaan | 79 |
| Lampiran 5 | <i>Time Schedule</i> | 80 |
| Lampiran 6 | Progress Mingguan Pekerjaan Struktur | 81 |
| Lampiran 7 | <i>MS. Project</i> Durasi Normal | 82 |
| Lampiran 8 | Kebutuhan Tenaga Kerja Normal | 83 |
| Lampiran 9 | <i>Crashing</i> Penambahan Jam Kerja | 84 |
| Lampiran 10 | <i>Crashing</i> Penambahan Tenaga Kerja | 85 |
| Lampiran 11 | <i>Ms. Project</i> Penambahan Jam Kerja | 86 |
| Lampiran 12 | <i>Ms. Project</i> Penambahan Tenaga Kerja | 87 |
| Lampiran 13 | <i>Direct Cost</i> | 88 |
| Lampiran 14 | Produktivitas perlantai | 89 |

ABSTRAK

Penjadwalan merupakan hal yang krusial dalam sebuah proyek konstruksi dengan penyusunan proses penjadwalan harus dibuat detail agar dapat membantu pelaksanaan proyek yang efektif dan efisien. Pelaksanaan Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII pada pekerjaan struktur dimulai tanggal 1 Juni 2016 dengan waktu penyelesaian 320 hari kalender atau direncanakan selesai pada tanggal 30 April 2017 namun pada pelaksanaannya proyek Pembangunan Rumah Sakit UII mengalami keterlambatan dalam pelaksanaannya, semua faktor tersebut dapat berdampak besar terhadap waktu dan biaya pada proyek tersebut, maka diperlukan analisis metode crash program dengan pengurangan durasi proyek agar dapat mengejar prestasi yang tertinggal pada waktu-waktu sebelumnya dengan melakukan analisis jaringan kerja berupa PDM. Studi ini bertujuan untuk mengetahui waktu dan biaya proyek jika dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur), mengetahui waktu dan biaya proyek jika dilakukan percepatan dengan penambahan tenaga kerja, dan mengetahui perbandingan waktu dan biaya proyek yang optimum dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah data sekunder berupa data time schedule dan laporan mingguan proyek, rencana anggaran biaya proyek, jumlah tenaga kerja setiap item pekerjaan. Analisis kemudian dilakukan untuk mengetahui waktu dan biaya akibat percepatan dengan penambahan jam kerja dan penambahan tenaga kerja, selanjutnya dapat dicari perbandingan waktu dan biaya yang optimum dari dua alternative tersebut.

Dari hasil perhitungan dapat disimpulkan bahwa waktu dan biaya akibat percepatan yang optimum adalah dengan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 39 hari dari durasi normal 320 hari menjadi 281 hari dan didapatkan pengurangan biaya sebesar Rp 23.770.822,46 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 9.295.727.416,59 menjadi Rp 9.217.956.594,13 atau turun 0,3% dari total biaya pekerjaan normal, sedangkan percepatan dengan penambahan jam kerja didapatkan pengurangan durasi 21 hari dari waktu normal 320 hari menjadi 299 hari dari dursi normal 320 hari menjadi 299 hari dengan penambahan biaya sebesar Rp 20.766.174,95 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 9.295.727.416,59 menjadi Rp 9.316.493.591,55 atau naik 0,2% dari total biaya pekerjaan normal.

Kata Kunci : *PDM, Crashing, Jam Lembur, Penamabahan Tenaga Kerja, Lintasan Kritis, Penjadwalan, Ms Project.*

ABSTRACT

Scheduling is crucial in a construction project with the preparation of the scheduling process to be detailed in order to assist in the effective and efficient implementation of the project. Implementation of UII Hospital Construction Project on structural work begins on June 1, 2016 with completion time of 320 calendar days or planned to be completed on April 30, 2017 but on implementation UII Hospital Construction Project experiencing delays in implementation, all these factors can have a major impact on time and cost of the project, it is necessary to analyze the crash method of the program by reducing the duration of the project in order to pursue the achievement left behind in previous times by doing network analysis in the form of PDM. This study aims to determine the time and cost of the project if accelerated by the addition of working hours (overtime), knowing the time and cost of the project if accelerated with the addition of labor, and know the comparison of time and cost of the optimum project with the addition of working hours (overtime) and addition of labor.

Data needed in this research is secondary data in the form of time schedule and weekly report of project, budget plan of project cost, amount of labor of each work item. The analysis is then done to know the time and cost due to acceleration with the addition of working hours and the addition of labor, then can be searched the comparison of time and the optimum cost of the two alternatives.

From the calculation results can be concluded that the time and cost due to the optimum acceleration is with the addition of labor by reducing the duration of 39 days from the normal duration of 320 days to 281 days and obtained a reduction in the cost of Rp 23.770.822,46 of total normal work costs amounted to Rp 9.295.727.416,59 to Rp 9.217.956.594,13 or decreased 0,3% from total normal work costs, while acceleration with the addition of working hours was reduced by 21 days from normal time 320 days to 299 days from normal duration 320 days to 299 days with additional cost of Rp 20.766.174,95 of total normal work cost amounting to Rp 9.295.727.416,59 to Rp 9.316.493.591,55 or up 0,2% of total normal work cost.

Keywords: PDM, Crashing, Overtime, Labor Addition, Critical Path, Scheduling, Ms Project.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Indonesia sedang mengalami masa peningkatan pembangunan yang luar biasa dari tahun ke tahun. Masa pembangunan yang mengalami peningkatan tidak hanya terjadi di daerah-daerah tertentu saja tetapi hampir diseluruh daerah, termasuk Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) yang diiringi dengan peningkatan populasi penduduk sehingga membutuhkan pelayanan kesehatan. Kondisi peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya kesehatan mampu ditangkap oleh banyak investor dalam menanamkan modalnya untuk pelayanan kesehatan bagi masyarakat Yogyakarta. Pilihan untuk berinvestasi pada sektor pembangunan rumah sakit juga dilakukan oleh institusi pendidikan di Yogyakarta salah satunya adalah Universitas Islam Indonesia (UII).

Universitas Islam Indonesia (UII) merupakan perguruan tinggi swasta tertua di Indonesia yang terletak di Yogyakarta. UII memiliki beberapa lokasi kampus yang tersebar di beberapa wilayah, seperti kampus terpadu terletak di Jalan Kaliurang KM 14,5 kabupaten Sleman. Kampus Fakultas Ekonomi terletak di Jalan Ringroad Utara, Condongcatur, kabupaten Sleman. Kampus Fakultas Hukum di Jalan Tamansiswa, kota Yogyakarta dan di Jalan Cik Dik Tiro, kota Yogyakarta serta di Jalan Demangan Baru, kabupaten Sleman. UII berusaha meningkatkan berbagai sarana-prasarana serta fasilitas yang dimilikinya. Saat ini UII sedang membangun Rumah Sakit yang berlokasi di Jalan Srandakan Km. 5,5, Pandak, Wijirejo, Pandak, Bantul, Yogyakarta.

Proyek pembangunan Rumah Sakit UII merupakan salah satu proyek swakelola dari Yayasan Badan Wakaf UII, Proyek ini dilakukan dalam rangka memenuhi kebutuhan masyarakat akan pelayanan kesehatan di daerah Bantul dan sekitarnya. Penjadwalan merupakan hal yang krusial dalam sebuah proyek konstruksi dengan penyusunan kegiatan dalam proses penjadwalan harus dibuat detail agar dapat membantu pelaksanaan proyek yang efektif dan efisien. Pelaksanaan Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII pada pekerjaan struktur dimulai tanggal 1 Juni 2016 dengan waktu penyelesaian 320 hari kalender atau

direncanakan selesai pada tanggal 30 April 2017. Pada pelaksanaannya proyek Pembangunan Rumah Sakit UII mengalami keterlambatan dalam pelaksanaannya.

Semua faktor tersebut dapat berdampak besar terhadap waktu dan biaya pada proyek tersebut, maka diperlukan analisis metode *crash program* dengan pengurangan durasi proyek agar dapat mengejar prestasi yang tertinggal pada waktu-waktu sebelumnya.

Pada penelitian ini untuk mempercepat (*crashing*) durasi pelaksanaan Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII dilakukan analisis jaringan kerja yang berupa metode preseden diagram (PDM) menggunakan aplikasi *Ms Project 2016* sehingga didapat pekerjaan-pekerjaan pada lintasan kritis. Pekerjaan yang masuk dalam lintasan kritis akan dilakukan perhitungan *crashing* dengan cara penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja (*resource*). Dari dua alternatif menghitung percepatan proyek tersebut akan diperoleh hasil akhir dari penelitian ini berupa percepatan waktu suatu proyek dan biaya seoptimal mungkin.

1.2 RUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang yang telah dibahas diatas maka timbul pertanyaan yang dijadikan rumusan masalah dalam penelitian yang dilakukan, yaitu :

1. Bagaimana waktu dan biaya proyek jika dilakukan percepatan (*crashing*) dengan penambahan jam kerja (lembur)?
2. Bagaimana waktu dan biaya proyek jika dilakukan percepatan (*crashing*) dengan penambahan tenaga kerja?
3. Bagaimana perbandingan waktu dan biaya proyek yang optimum dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja?

1.3 TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penyusunan Tugas Akir ini, yaitu :

1. Mengetahui waktu dan biaya proyek jika dilakukan percepatan (*crashing*) dengan penambahan jam kerja (lembur).

2. Mengetahui waktu dan biaya proyek jika dilakukan percepatan (*crashing*) dengan penambahan tenaga kerja.
3. Mengetahui perbandingan waktu dan biaya proyek yang optimum dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja.

1.4 BATASAN PENELITIAN

Untuk menghindari terjadinya penyimpangan isi dari laporan Tugas Akhir ini, maka peneliti membatasi masalah yang akan dibahas. Adapun hal yang membatasi penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Proyek yang ditinjau adalah Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII yang berlokasi di Jalan Srandakan Km. 5,5, Pandak, Wijirejo, Pandak, Bantul, Yogyakarta yang merupakan proyek Swakelola.
2. Analisis jaringan kerja yang berupa *metode preseden diagram* (PDM) menggunakan aplikasi *Ms. Project* 2016.
3. Batasan *Crashing* adalah waktu dan biaya.
4. Sumber daya (tenaga kerja, material, dan peralatan) diasumsikan tidak terbatas.
5. Biaya material dan tenaga kerja yang digunakan adalah biaya yang sesuai dengan daerah kabupatel Bantul berdasarkan Standarisasi Harga Barang dan Jasa Pemerintah Bantul (SHBJ) 2017.
6. Nilai *overhead* perbulan merupakan data proyek.

1.5 MANFAAT PENELITIAN

Manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Dapat digunakan sebagai referensi atau masukan kepada pihak swakelola bagaimana cara merencanakan percepatan (*crashing*) dengan waktu dengan biaya proyek yang seoptimal mungkin.
2. Bagi peneliti dapat dijadikan sebagai bahan tambahan ilmu pengetahuan serta wawasan mengenai perencanaan waktu dengan biaya proyek yang seoptimal mungkin.

1.6 KEASLIAN PENELITIAN

Tugas Akhir ini adalah benar-benar asli hasil karya dari penulis yang meliputi data, analisis, maupun laporan tugas akhir dan bukan hasil dari menyalin atau menyalin dari tugas akhir yang lain.

1.7 SISTEMATIKA PENULISAN

Pada penulisan tugas akhir ini terdapat sistematika penulisan sebagai berikut:

1. BAB I tentang Pendahuluan : berisi uraian penulisan tugas akhir secara garis besar dengan tujuan memperkenalkan jenis dan sifat kegiatan penulisan tugas akhir yang mencakup latar belakang, pokok masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian, manfaat penelitian, keaslian penelitian dan sistematika penulisan.
2. BAB II tentang Tinjauan Pustaka : berisi tentang rangkuman hasil penelitian terdahulu dan berhubungan dengan permasalahan yang diajukan.
3. BAB III tentang Landasan Teori : menyajikan informasi teoritikal, formulasi, konsep-konsep, teori-teori atau formula-formula yang terkait dan dapat digunakan dalam melakukan/ mendukung analisis/ penyelesaian permasalahan yang dihadapi.
4. BAB IV tentang Metode Penelitian : penjelasan tentang cara pengambilan data, analisis data dan urutan pelaksanaan penelitian.
5. BAB V tentang Analisis dan Pembahasan : merupakan pokok-pokok penyelesaian analisis dan pernyataan-pernyataan yang merupakan hasil pemikiran penyusun atas hasil analisis.
6. BAB IV tentang Kesimpulan : merupakan jawaban atas butir-butir yang ada dalam tujuan, serta berisi saran-saran dan harapan dari penyusun.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada BAB I telah disebutkan latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, batasan penelitian serta manfaat penelitian. Pada penelitian ini dibutuhkan bahan pertimbangan dan bahan referensi, maka pada BAB II akan dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilaksanakan sekaligus menghindari duplikasi.

2.1 PENELITIAN SEBELUMNYA

Sebagai bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian ini, maka dipaparkan hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilakukan sekaligus menghindari duplikasi. Hasil penelitian yang pernah dilakukan sebagai berikut:

2.1.1 Evaluasi Waktu dan Biaya Dengan Metode *Crashing*

Penelitian ini dilakukan Thaher (2007), dengan pokok bahasan yang diteliti yaitu “Evaluasi Waktu dan Biaya Dengan Metode *Crashing* Pada Proyek Pembangunan Dermaga Tembilahan”.

Dari hasil analisis didapat hasil berupa:

1. Biaya optimal yang dihasilkan untuk menyelesaikan pekerjaan sisa adalah Rp 64.927.742,57 dari biaya normal Rp 69.782.763,08 dengan waktu yang diperlukan adalah 114 hari atau dipercepat 6 hari dari waktu normal 120 hari
2. Percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dengan waktu yang diperlukan adalah 117 hari atau dipercepat 3 hari dari waktu normal 120 hari dengan total biaya percepatan sebesar Rp 70.983.100,89 dari biaya normal Rp 69.782.763,08.

2.1.2 Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum

Penelitian ini dilakukan Frederika (2010), dengan pokok bahasan yang diteliti yaitu “Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi”.

Berdasarkan hasil analisis didapatkan hasil berupa:

1. Biaya optimum didapat dengan penambahan 1 jam kerja, dengan pengurangan biaya sebesar Rp 784.104,16 dari biaya total normal yang jumlahnya sebesar Rp 2.886.283.000,00 menjadi sebesar Rp 2.885.498,84, dengan pengurangan 8 hari dari waktu normal 284 menjadi 276 hari.
2. Waktu optimum didapat dengan penambahan 2 jam kerja, dengan pengurangan waktu selama 14 hari dari waktu normal 284 menjadi 270 hari, dengan pengurangan biaya sebesar Rp 700.377,35 dari biaya normal Rp 2.886.283.000,00 yang menjadi sebesar Rp 2.885.582.622,65.

2.1.3 Analisis Percepatan Dengan Menambahkan Tenaga Kerja dan Jam Kerja

Penelitian ini dilakukan Azzam (2017), dengan pokok bahasan yang diteliti yaitu “Analisis Percepatan Proyek Pembangunan *Java Village Resort* Dengan Menambahkan Tenaga Kerja dan Jam Kerja”. Dari hasil analisis didapat hasil berupa:

Total biaya pekerjaan normal sebesar Rp 11.000.000.000,00 dengan durasi 144 hari , pada pekerjaan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan total biaya sebesar Rp10.752.791.720,46 dengan durasi 96 hari, dan pada pekerjaan *crashing* dengan menambahkan jam kerja 3 jam didapatkan total biaya sebesar Rp 11.343.275.508,09 dengan durasi 114 hari.

2.1.4 Analisis Penjadwalan Waktu Proyek Dengan Metode *Crash Program* Menggunakan Jam Kerja Sistem *Shift*

Penelitian ini dilakukan Sasmiastuti (2017), dengan pokok bahasan yang diteliti yaitu “Analisis Metode *Crash Program* Dengan Jam Kerja Sistem *Shift*”

Dari hasil analisis didapat hasil berupa:

Percepatan proyek dengan melakukan sistem jam kerja, proyek dapat dipercepat selama 44 hari kerja. Total waktu proyek yang dibutuhkan ialah selama 97 hari kerja dari total waktu proyek normal 141 hari kerja, dengan biaya total proyek sebesar Rp 10.709.063.104,00 akan turun sebesar 3% dari biaya proyek normal Rp 11.000.000.000,00.

Dampak atau pengaruh dari perubahan waktu terhadap biaya ialah naiknya jumlah biaya langsung (*direct cost*) sebesar Rp 8. 461.990.960,00 yang semula Rp

8.250.000.000,00, naik sebesar Rp 211.990.960,00 atau sebesar 2,6%, sementara itu karena durasi proyek dilakukan crashing akan menyebabkan turunnya biaya tidak langsung (*indirect cost*) yang semula Rp 2.750.000.000,00 menjadi Rp 2.235.106.383,00, turun sebesar 23%.

2.2 PERBEDAAN PENELITIAN

Tabel 2.1 Perbedaan Penelitian Sebelumnya

| No. | Peneliti | Topik | Hasil Penelitian |
|-----|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | Syafrizal Thaher (2007) | Evaluasi Waktu dan Biaya Dengan Metode <i>Crashing</i> Pada Proyek Pembangunan Dermaga Tembilahan | Hasil analisis biaya optimal dan durasi dengan alternatif metode penambahan tenaga kerja didapat biaya total yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan sisa adalah Rp 64.927.742,57 dengan durasi pekerjaan dipercepat 6 hari dari waktu normal. |
| 2. | Arianty Frederika (2010) | Analisis Percepatan Pelaksanaan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi | Biaya optimum pada penambahan 1 jam kerja sebesar Rp 784.104,16 dan durasi 8 hari, sedangkan waktu optimum di dapat pada penambahan 2 jam kerja yaitu selama 14 hari hari dan Rp 700.377,35. |

Lanjutan **Tabel 2.1** Perbedaan Penelitian Sebelumnya

| | | | |
|----|-------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 3. | Ahmad Saif Azzam (2017) | Analisis Percepatan Proyek Pembangunan <i>Java Village Resort</i> Dengan Menambahkan Tenaga Kerja dan Jam Kerja | Perbandingan biaya pekerjaan normal dengan percepatan menambah tenaga kerja 2% lebih murah. sedangkan perbandingan pekerjaan normal dengan percepatan menambah tenaga kerja sebesar 3% lebih mahal. Perbandingan durasi pekerjaan normal dengan percepatan menambah tenaga kerja 33% lebih cepat sedangkan perbandingan durasi pekerjaan normal dengan percepatan menambah jam kerja 21% lebih cepat . |
| 4. | Nita Sasmiastuti (2017) | Analisis Metode <i>Crash Program</i> Dengan Jam Kerja Sistem <i>Shift</i> | Percepatan proyek dengan melakukan sistem jam kerja, dapat dipercepat selama 44 hari kerja dari total waktu proyek normal 141 hari, dengan biaya total proyek sebesar Rp 10.709.063.104,00 akan turun sebesar 3% dari biaya proyek normal Rp 11.000.000.000,00. |

Berdasarkan Tabel 2.1 dapat dilihat perbedaan penelitian yang akan diteliti sekarang dengan penelitian sebelumnya, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi percepatan (*crashing*) dengan menambahkan tenaga kerja dan menambahkan jam kerja (lembur) 3 jam dari pukul 16.00-19:30, perhitungan biaya dilakukan pada pekerjaan normal dan setelah dilakukan percepatan, dan objek penelitian dilakukan pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII di Jalan Srandakan Km. 5,5, Pandak, Wijirejo, Pandak, Bantul, Yogyakarta.

BAB III

LANDASAN TEORI

3.1 TINJAUAN UMUM

Landasan teori merupakan bagian pembahasan tentang uraian pemecahan masalah yang akan ditemukan pemecahannya melalui pembahasan-pembahasan secara teoritis dan mengacu pada masalah penelitian. Landasan teori dapat digambarkan dalam bentuk bagan atau persamaan matematika dan harus diberi penjelasan agar mudah memahaminya.

3.2 MANAJEMEN PROYEK

Menurut Nurhayati (2010) Manajemen merupakan proses terpadu di mana individu-individu sebagai bagian dari organisasi dilibatkan untuk merencanakan, mengorganisasikan, menjalankan dan mengendalikan aktivitas-aktivitas, yang kesemuanya diarahkan pada sasaran yang telah ditetapkan dan berlangsung terus menerus seiring dengan berjalannya waktu.

Manajemen proyek dapat diartikan sebagai penataan serta pengorganisasian atas faktor-faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan proyek. Dengan kata lain, manajemen proyek adalah kegiatan merencanakan, mengorganisasikan, mengarahkan dan mengendalikan sumber daya organisasi perusahaan untuk mencapai tujuan tertentu dalam waktu tertentu dengan sumber daya tertentu pula. Manajemen proyek sangat cocok untuk suatu lingkungan bisnis yang menuntut kemampuan akuntasi, fleksibilitas, inovasi, kecepatan, dan perbaikan yang berkelanjutan.

3.2.1 Fungsi Dasar Manajemen Proyek

Menurut Soeharto (1995) Fungsi dasar manajemen proyek terdiri dari pengelolaan-pengelolaan lingkup kerja, waktu, biaya, dan mutu. Pengelolaan aspek-aspek tersebut dengan benar merupakan kunci keberhasilan penyelenggaraan proyek.

1. Pengelolaan Lingkup Proyek

Lingkup proyek adalah total jumlah kegiatan atau pekerjaan yang harus dilakukan untuk menghasilkan produk yang diinginkan oleh proyek tersebut.

2. Pengelolaan waktu atau jadwal

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

3. Pengelolaan Biaya

Pengelolaan biaya meliputi segala aspek yang berkaitan dengan hubungan antara dana dan kegiatan proyek. Mulai dari proses memperkirakan jumlah keperluan dana, mencari, dan memilih sumber serta macam pembiayaan, perencanaan, dan pengendalian alokasi pemakaian biaya sampai kepada akuntansi dan administrasi pinjaman dan keuangan. Agar pengelolaan bisa efektif, terutama dalam aspek perencanaan dan pengendalian proyek, maka disusun bermacam-macam teknik dan metode. Misalnya teknik penyusunan anggaran biaya proyek, identifikasi varians, konsep nilai hasil, dan lain-lain.

4. Mengelola Kualitas atau Mutu

Mutu, dalam kaitannya dengan proyek, diartikan sebagai memenuhi syarat untuk penggunaan yang telah ditentukan atau *fit for intended use*. Agar suatu produk atau jasa hasil proyek memenuhi syarat penggunaan, diperlukan suatu proses yang panjang dan kompleks, mulai dari mengkaji apa saja, syarat-syarat penggunaan yang dikehendaki oleh pemilik proyek atau pemesan produk, menjabarkan persyaratan tersebut menjadi kriteria dan spesifikasi, serba menuangkannya menjadi gambar-gambar instalasi atau produksi.

3.3 PENJADWALAN PROYEK

Menurut Husen (2009) Penjadwalan proyek adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melakukan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimpangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada di proyek.

3.3.1 Manfaat Penjadwalan

Secara umum penjadwalan mempunyai manfaat-manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan pedoman terhadap unit pekerjaan atau kegiatan mengenai batas-batas waktu untuk mulai dan akhir dari masing-masing tugas.
2. Memberikan sarana bagi manajemen untuk koordinasi secara sistematis dan realistis dalam penentuan alokasi prioritas terhadap sumber daya dan waktu.
3. Memberikan saran untuk menilai kemajuan pekerjaan.
4. Menghindari pemakaian sumber daya yang berlebihan, dengan harapan proyek dapat selesai sebelum waktu yang ditetapkan.
5. Memberikan kepastian waktu pelaksanaan pekerjaan.
6. Merupakan sarana penting dalam pengendalian proyek.

3.3.2 Sasaran dan Tujuan Proyek

Kompleksitas penjadwalan proyek sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Keterkaitan dengan proyek lain agar terintegrasi dengan *master schedule*.
2. Dana yang diperlukan dan dana yang tersedia dan dana yang tersedia.
3. Waktu yang diperlukan, waktu yang tersedia, serta perkiraan waktu yang hilang dan hari-hari libur.
4. Susunan dan jumlah kegiatan proyek serta keterkaitan diantaranya.
5. Kerja lembur dan pembagian *shift* kerja untuk mempercepat proyek.
6. Sumber daya yang diperlukan dan sumber daya yang tersedia.
7. Makin besar skala proyek, semakin besar kompleks pengelolaan penjadwalan karena dana yang dikelola sangat besar, kebutuhan dan penyediaan sumber daya juga besar, kegiatan yang dilakukansangat beragam serta durasi proyek menjadi sangat panjang.

3.4 METODE PENJADWALAN

3.4.1 Bagan Balok (*Barchart*)

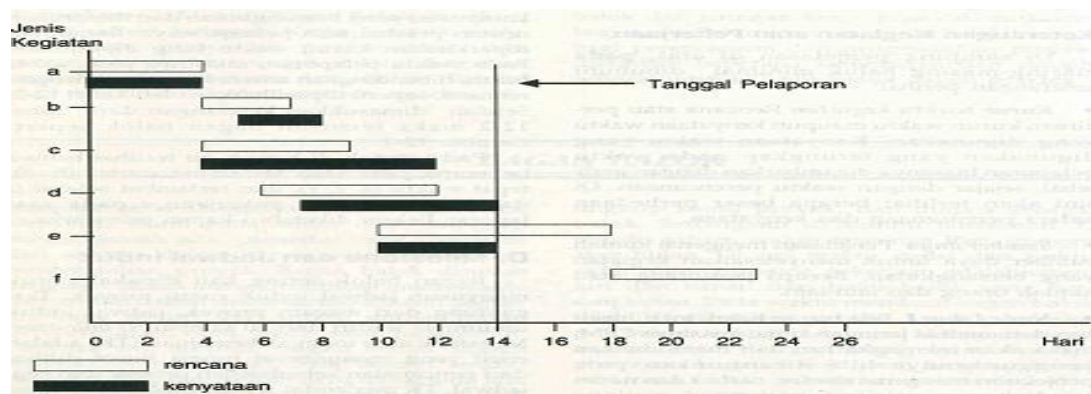
Menurut Soeharto (1995) Bagan balok disusun dengan maksud mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, yang terdiri dari waktu mulai, waktu penyelesaian, dan pada waktu

pelaporan. Metode bagan balok masih digunakan secara luas, baik berdiri sendiri maupun dikombinasikan dengan metode lain yang lebih canggih.

Bahan balok tersusun pada koordinat X dan Y. Disumbu tegak lurus X, dicatat pekerjaan atau elemen atau paket dari hasil penguraian l ingkup suatu proyek dilukis sebagai balok. Sedangkan di sumbu horisontal Y, tertulis satuan waktu misalnya hari, minggu atau bulan. Disini waktu mulai dan waktu akhir masing-masing pekerjaan adalah ujung kiri dan ujung kanan dari balok-balok yang bersangkutan. Pada waktu membuat bagan balok telah diperhatikan urutan kegiatan, meskipun belum terlihat hubungan antara satu sama lain. Format penyajian bagan balok yang lengkap berisi perkiraan urutan pekerjaan, skala waktu, dan analisis kemajuan pekerjaan pada saat pelaporan.

1. *Milestone* dan jadwal induk

Milestone atau tonggak ukur (TK) adalah *event* yang mempunyai fungsi kunci dilihat dari segi jadwal. TK menandai waktu mulai atau akhir dari suatu kegiatan penting, apabila terlambat akan mempunyai dampak negatif yang cukup besar.



Gambar 3.1 Perkiraan dan Kenyataan Waktu yang Diperlukan Masing-masing Elemen Pekerjaan
(Sumber: Soeharto, 1995)

2. Keunggulan dan Kelemahan

Keunggulan bagan balok (*barchart*) adalah mudah dipahami, sehingga sangat bermanfaat sebagai alat perencanaan dan komunikasi. Bila digabungkan dengan metoda lain, misalnya grafik "S" dapat dipakai aspek yang lebih luas.

Meskipun memiliki segi-segi keuntungan tersebut, namun penggunaan metode bagan balok kaena kenala-kendala berikut:

1. Tidak menunjukkan secara spesifik hubungan ketergantungan antara satu sama lain, sehingga sulit untuk mengetahui dampak yang diakibatkan oleh keterlambatan satu kegiatan terhadap jadwal keseluruhan proyek.
2. Sukar mengadakan perbaikan atau pembaharuan (*updating*), karena umumnya harus dilakukan dengan membuat bagan balok baru, padahal tanpa adanya pembaharuan segera menjadi “kuno” dan menurun daya gunanya.
3. Untuk proyek berukuran sedang dan besar, lebih-lebih yang bersifat kompleks, penggunaan bagan balok akan menghadapi kesulitan menyusun sedemikian besar jumlah kegiatan yang mencapai puluhan ribu, dan memiliki keterkaitan tersendiri di antara mereka, sehingga mengurangi kemampuan penyajian secara sistematis.

3.4.2 Kurva S

Kurva S adalah pengembangan dan penggabungan dari diagram balok dan *Hannum Curve*. Dimana diagram balok pada setiap item pekerjaan dilengkapi dengan bobot dalam persen (%). Pada bagian bawah dari diagram tersebut terdapat presentase rencana untuk setiap satuan waktu dan presentase kumulatif dari rencana serta terdapat presentase realisasi rencana untuk setiap satuan waktu dan presentase kumulatif realisasi tersebut. Dari persentase kumulatif tersebut dibuat kurva yang membentuk Kurva S. Untuk presentase kumulatif realisasi adalah hasil nyata dilapangan. Dari hasil rencana dan realisasi dari pekerjaan suatu waktu akan dibandingkan. Jika hasil dari realisasi diatas rencana maka terjadi prestasi, namun jika hasil realisasi terdapat dibawah hasil yang telah direncanakan maka tidak terjadi prestasi seperti yang direncanakan. Diperlukan evaluasi secara menyeluruh sehingga untuk pekerjaan waktu selanjutnya tidak terjadi keterlambatan atau penjadwalan ulang (*rescheduling*).

3.5 MODAL TETAP PROYEK

Menurut Soeharto (1995) modal tetap adalah bagian dari biaya proyek yang dipakai untuk membangun instalasi atau menghasilkan produk proyek yang diinginkan, mulai dari pengeluaran studi kelayakan, desain engineering, pengadaan,

pabrikasi, konstruksi sampai instalasi atau produk tersebut berfungsi penuh. Modal tetap dibagi menjadi biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*).

3.5.1 Biaya Langsung

Biaya tidak langsung merupakan biaya yang akan menjadi komponen permanen pada hasil akhir proyek, biaya langsung umumnya seperti biaya tenaga kerja, bahan, dan peralatan. Pada jenis biaya jika terjadi pengurangan durasi proyek akan mengalami penambahan biaya dari kegiatan proyek. Biaya langsung terdiri dari:

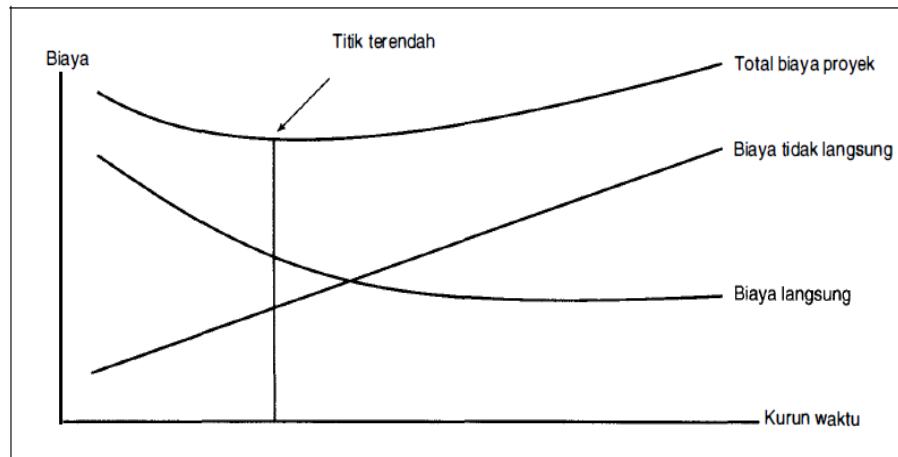
1. Penyiapan lahan (*site preparation*)
2. Pengadaan peralatan utama
3. Biaya merakit dan memasang peralatan utama
4. Alat-alat listrik dan instrumen
5. Pembangunan gedung perkantoran
6. Pembebasan tanah

3.5.2 Biaya Tidak Langsung

Biaya tidak langsung merupakan biaya-biaya *overhead* seperti pengawasan, administrasi, konsultan, dan bunga yang tidak akan menjadi produk permanen tetapi dibutuhkan dalam proses pembangunan proyek. Biaya tidak langsung sangat berkaitan dengan durasi proyek, oleh karena itu dengan pengurangan durasi proyek maka biaya tidak langsung juga akan berkurang. Biaya tidak langsung meliputi antara lain:

1. Gaji tetap dan tunjangan bagi tim manajemen
2. Kendaraan dan peralatan konstruksi
3. Pembangunan fasilitas sementara
4. Kontinjensi laba atau *fee*
5. Biaya *overhead*
6. Pajak

3.6 HUBUNGAN BIAYA DAN WAKTU



Gambar 3.2 Hubungan Antara Biaya Total, Langsung, Tidak Langsung dan Optimal

(Sumber: Soeharto, 1995)

Pada grafik total proyek diatas terdapat titik optimum yang menunjukkan biaya proyek minimum dan waktu pelaksanaan proyek yang paling optimum. Titik optimum inilah yang berusaha dicapai oleh kontraktor dalam melaksanakan suatu proyek.

Waktu pelaksanaan sangat mempengaruhi jumlah biaya pada suatu proyek. Jika waktu penyelesaian pada suatu proyek bertambah durasi kerjanya, maka biaya juga akan meningkat, demikian pula waktu dipercepat. Sehubungan dengan ini maka diperlukan perencanaan waktu yang tepat, sehingga dihasilkan biaya yang optimum.

3.7 PRODUKTIVITAS

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dan *input*, atau dapat dikatakan sebagai rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Di dalam proyek konstruksi, rasio dari produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi yang dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, biaya material, metode, dan alat (Ervianto, 2005).

Faktor-faktor yang mempengaruhi produktivitas tenaga kerja lapangan dapat dikelompokkan sebagai berikut:

1. Kondisi fisik lapangan dan sarana bantu.
2. Supervisi, perencanaan, dan koordinasi.
3. Komposisi kelompok kerja.
4. Kerja lembur.
5. Pekerja langsung dengan subkontraktor.
6. Kurva pengalaman (*learning curve*)
7. Ukuran besar proyek.
8. Kepadatan tenaga kerja.

3.7.1 Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas tenaga kerja merupakan besar volume pekerjaan yang dihasilkan oleh seorang tenaga kerja atau oleh suatu regu tenaga kerja selama periode waktu tertentu.

Menurut Soeharto (1995) pada umumnya proyek pekerjaan konstruksi berlangsung dengan kondisi yang berbeda-beda. Dalam merencanakan tenaga kerja yang akan digunakan sebaiknya dilakukan analisis produktivitas dan indikasi variabel atau faktor yang mempengaruhi proyek pekerjaan tersebut. Seperti faktor lokasi geografis, iklim, keterampilan, pengalaman ataupun peraturan-peraturan yang berlaku. Oleh sebab itu variabel yang diatas sulit untuk dinyatakan dalam nilai numerik. Akan tetapi perlu adanya talak ukur untuk memperkirakan produktivitas tenaga kerja bagi proyek yang hendak ditangani untuk mengukur efisiensi kerja. Produktivitas tenaga kerja akan berpengaruh besar terhadap total biaya proyek. Salah satu pendekatan untuk mencoba mengukur hasil guna tenaga kerja adalah dengan memakai parameter indeks produktivitas. Definisi indeks produktivitas dirumuskan dengan:

$$\text{Indeks Produktivitas (IP)} = \frac{\text{Jumlah jam-orang yang sesungguhnya digunakan untuk menyelesaikan Pekerjaan tertentu}}{\text{Jumlah jam-orang yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan identik pada kondisi standar}} \quad (3.1)$$

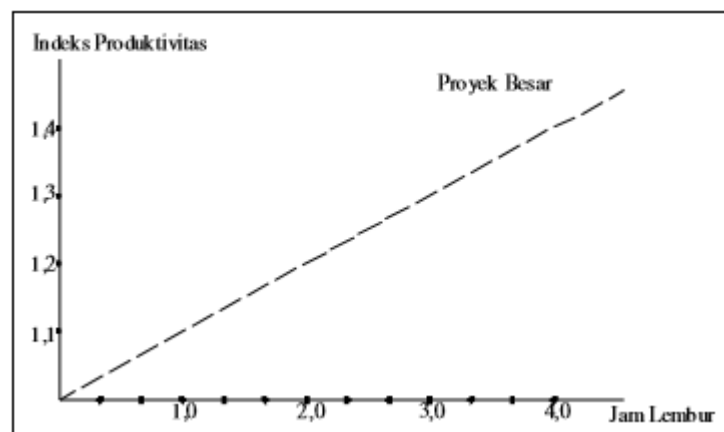
Adapun yang dipakai sebagai standar adalah kondisi rata-rata di Gulf Coast USA (1962-1963) dan diberi angka = 1,0. Hal ini berarti indeks produktivitas ditempat lain lebih besar dari 1,0 maka tenaga kerja yang

bersangkutannya kurang dibanding standar, sebaliknya bila lebih kecil dari 1,0 maka produktivitasnya lebih tinggi dari standar.

Untuk membuat perkiraan jumlah tenaga kerja perbulan dari jumlah jam orang yang diketahui, perlu dihitung berapa lama jam kerja selama seminggu dan efektifitas yang bersangkutan.

3.7.2 Produktivitas Kerja Lembur

Kerja lembur seringkali tidak dapat dihindari dalam proyek konstruksi misalnya mengejar sasaran jadwal pekerjaan, meskipun hal ini terjadi kerja lembur dapat menurunkan efisiensi kerja seperti terlihat pada gambar 3.3 berikut ini.



Gambar 3.3 Indikasi Penurunan Produktivitas Karena Kerja Lembur

(Sumber: Soeharto, 1995)

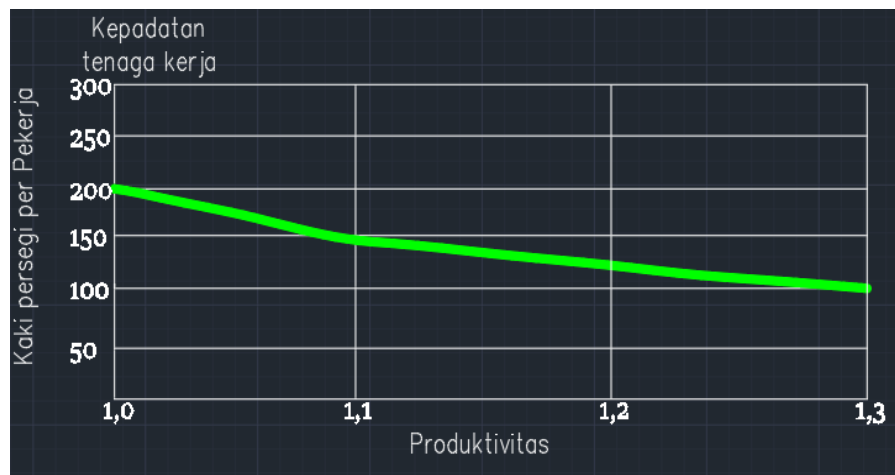
Gambar 3.3 menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, bila jam per hari dan hari per minggu bertambah. Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan karena kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, dan keadaan cuaca yang dingin.

3.7.3 Produktivitas Penambahan Tenaga Kerja

Dalam mengejar jadwal, diperlukan penambahan tenaga kerja, namun hal ini akan menimbulkan penurunan produktivitas kerja.

Makin tinggi jumlah pekerja per area, maka makin “sibuk” kegiatan per area tersebut, akhirnya akan mencapai titik dimana kelancaran pekerjaan terganggu dan mengakibatkan penurunan produktivitas.

Hubungan antara biaya dan waktu menunjukkan penyederhanaan asumsi dari biaya yang menunjukkan pandangan umum bahwa jika jumlah tenaga kerja digandakan maka biaya kegiatan juga menjadi dua kali lipat. Namun seperti yang terlihat pada garis aktual, ketika jumlah tenaga kerja digandakan, biaya lebih dari dua kali lipat. Ini karena fakta bahwa umumnya tenaga kerja yang digunakan pertama kali adalah yang paling murah atau paling produktif, tetapi tenaga kerja yang digunakan untuk penambahan tenaga kerja yang lebih mahal atau kurang produktif.



Gambar 3.4 Kepadatan Tenaga Kerja Dengan Produktivitas
(Sumber: Soeharto, 1995)

3.8 ANALISA JARINGAN KERJA

Menurut Nurhayati (2010) analisa jaringan kerja proyek adalah suatu system kontrol proyek. Terdapat beberapa istilah yang digunakan dalam membangun jaringan kerja yaitu:

1. Kegiatan (*activity*)

Suatu kegiatan merupakan elemen dari proyek yang membutuhkan waktu pelaksanaan (durasi), juga dapat didefinisikan sebagai hal yang sumber tenaga, material, biaya, dll.

2. Kegiatan memusat (*mergel activity*)

Kekegiatan memusat merupakan beberapa kegiatan yang berbeda lalu dilanjutkan dengan kegiatan yang sama.

3. Kegiatan paralel (*parallel activity*)

Kegiatan paralel merupakan kegiatan yang dikerjakan dalam waktu yang bersamaan.

4. Alur (*path*)

Alur merupakan suatu urutan pekerjaan yang terkait.

5. Alur kritis (*critical path*)

Alur kritis merupakan alur terpanjang yang terdapat dalam jaringan kerja, jika terdapat kegiatan yang terlambat maka proyek juga akan terlambat pada waktu yang sama.

6. Kejadian (*event*)

Kejadian (*event*) dalam membangun jaringan kerja adalah ketika sebuah kegiatan dimulai dan selesai.

7. Kegiatan memencar (*brush activity*)

Kegiatan ini memiliki lebih dari satu kegiatan yang secara bersamaan mengikutinya.

3.8.1 Tujuan Analisa Jaringan Kerja

Tujuan dari dilakukan analisa jaringan kerja sebagai berikut:

1. Waktu terbaik untuk pelaksanaan pekerjaan.
2. Pengurangan atau penekanan biaya.
3. Pengurangan risiko.
4. Untuk mendapatkan atau mengembangkan *schedule* (jadwal) yang optimum.
5. Penggunaan tenaga kerja (*resource*) yang efektif dan efisien.
6. Alat komunikasi antar pemimpin.
7. Pengawasan pembangunan proyek.

3.9 **MICROSOFT PROJECT**

Microsoft Project adalah suatu paket program system perencanaan suatu proyek. Dengan bantuan program ini kita dapat memperhitungkan kapan sebuah proyek dapat diselesaikan jika pekerjaan dimulai hari ini dengan memperhitungkan jadwal proyek secara terperinci untuk pekerjaan demi pekerjaan. Jika proyek yang dikerjakan adalah sebuah proyek besar, maka *Microsoft project* mampu menghubungkan antara satu subproyek dengan

subproyek lain yang saling berkaitan, kemudian mengelola keseluruhan proyek tersebut kedalam suatu *file* proyek (Nurhayati, 2010).

Secara garis besar tampilan *layer Microsoft Project* dibagi menjadi 3 macam, yaitu:

1. Tabel, yaitu bentuk lembar berkolom-kolom seperti pada program *spreadshett*.
2. Grafik, yaitu tampilan bentuk grafik batang maupun kotak-kotak yang dihubungkan dengan garis
3. Kalender, yaitu bentuk tampilan yang menggambarkan pola penanggalan yang dimaksud dengan mempermudah penglihatan dengan skala waktu.

Untuk membuat perencanaan dan penjadwalan proyek digunakan istilah-istilah dalam *microsoft project*, yaitu:

1. *Task* adalah jenis item atau kegiatan atau pekerjaan dalam proyek.
2. *Duration* merupakan lama waktu untuk menyelesaikan suatu pekerjaan, misalnya 1 jam, 3 hari, 2 bulan, dan sebagainya.
3. *Start* adalah tanggal dimulainya suatu pekerjaan.
4. *Finish* adalah tanggal akhir pekerjaan.
5. *Predecessor* merupakan suatu hubungan antara satu pekerjaan dengan pekerjaan yang lain.
6. *Resources* adalah sumber daya yang terlibat dalam proyek, baik sumber daya manusia maupun material.
7. *Cost* biaya yang dipergunakan untuk menjalankan sebuah proyek.
8. *Gannt Chart* adalah bentuk tampilan dari hasil kerja *microsoft project* dalam bentuk grafik batang horizontal 3 dimensi.
9. *Pert Chart* adalah grafik pekerjaan dalam bentuk kotak atau biasa disebut *node*. Dalam *node* ini akan ditampilkan keterangan nama pekerjaan, *start*, *finish*, serta hubungan pekerjaan lain.
10. *Baseline* adalah rancangan atau anggaran tetap proyek.
11. *Tracking* adalah peninjauan hasil kerja proyek di lapangan dengan rencana semula dalam *microsoft project*.
12. *Milestone* adalah pekerjaan dengan durasi 0 yang digunakan sebagai pekerjaan keterangan.

3.10 PRECEDENCE DIAGRAM METHOD (PDM)

Metode preseden diagram (PDM) adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON kegiatan berada di node (*activity on node*). Disini kegiatan dituliskan didalam node yang umumnya umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk hubungan antara kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Dengan demikian *dummy* yang dalam CPM dan PERT merupakan tanda yang penting untuk menunjukkan hubungan ketergantungan, didalam PDM tidak diperlukan.

Aturan dasar CPM atau AOA mengatakan bahwa suatu kegiatan boleh dimulai setelah pekerjaan terdahulu (*predecessor*) selesai, maka untuk proyek dengan kegiatan yang tumpang tindih (*overlapping*) dan berulang-ulang akan memerlukan garis *dummy* yang banyak sekali, sehingga tidak praktis dan kompleks.

Kegiatan dan peristiwa pada PDM ditulis dengan node yang berbentuk kotak segiempat. Defini kegiatan dan peristiwa sama seperti pada CPM. Kotak tersebut menandai suatu kegiatan, dengan demikian harus dicantumkan identitas kegiatan dan kurun waktunya. Adapun peristiwa merupakan ujung-ujung kegiatan. Setiap *node* mempunyai dua peristiwa yaitu peristiwa awal dan akhir.

Ruangan dalam *node* dibagi menjadi kompartemen-kompartemen kecil yang berisi keterangan spesifik dari kegiatan dan peristiwa yang bersangkutan dan dinamakan atribut. Beberapa atribut yang sering dicantumkan di antaranya adalah kurun waktu kegiatan (D), identitas kegiatan (nomor dan nama), mulai dan selesainya kegiatan (ES, LS, EF, LF dan lain-lain).

3.10.1 Konstrain, *Lead* dan *Lag*

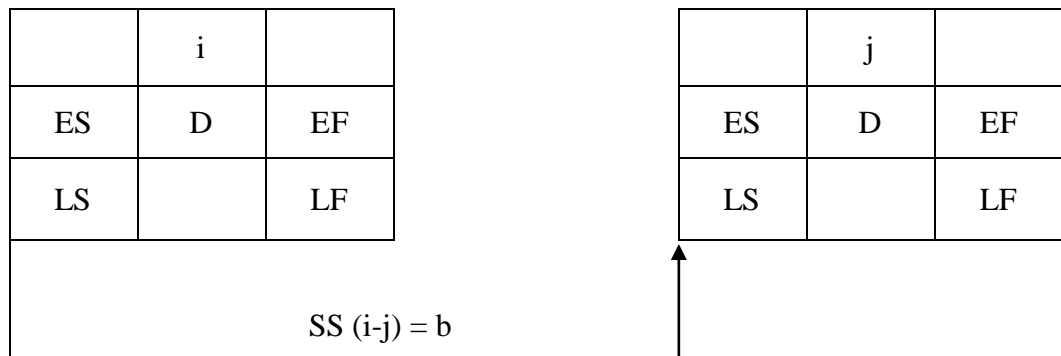
Pada PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM (kegiatan boleh mulai setelah kegiatan yang mendahuluinya selesai), maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain.

Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari *node* terdahulu ke *node* berikutnya. Satu konstrain hanya dapat menghubungkan dua *node*. Karena setiap *node* memiliki dua ujung yaitu ujung awal atau mulai = (S) dan ujung akhir atau selesai = (F), maka ada 4 macam konstrain yaitu awal ke awal (SS), awal ke akhir (SF), akhir ke akhir (FF), dan akhir ke awal (FS). Pada

garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (*lead*) atau terlambat tertunda (*lag*).

1. Konstrain awal ke awal (SS)

Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu atau SS $(i-j) = b$ yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan terdahulu (i) mulai. Konstrain semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100%, maka kegiatan (j) boleh mulai. Atau kegiatan (j) boleh mulai setelah setelah bagian tertentu dari kegiatan (i) selesai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka kurun waktu waktu kegiatan terdahulu, karena per definisi b adalah sebagian dari kurun waktu kegiatan terdahulu.



Keterangan:

ES = *Earliest Start*

EF = *Earliest Finish*

LS = *Latest Start*

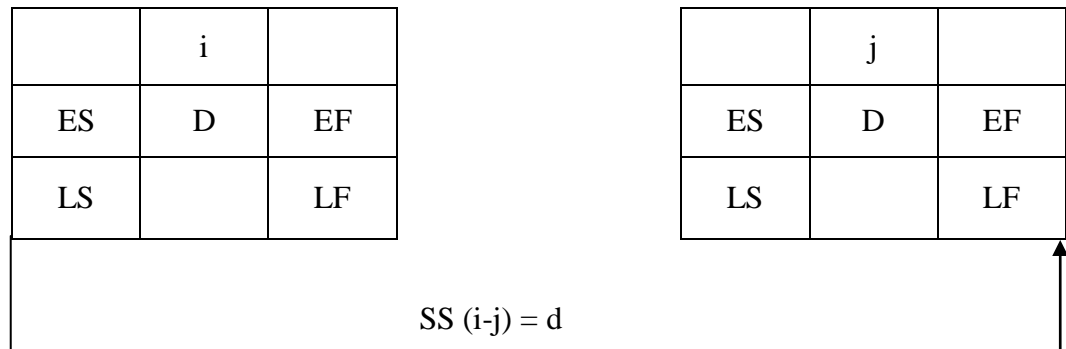
LF = *Earliest Finish*

D = Durasi

TF = *Total Float*

2. Konstrain awal ke akhir (SF)

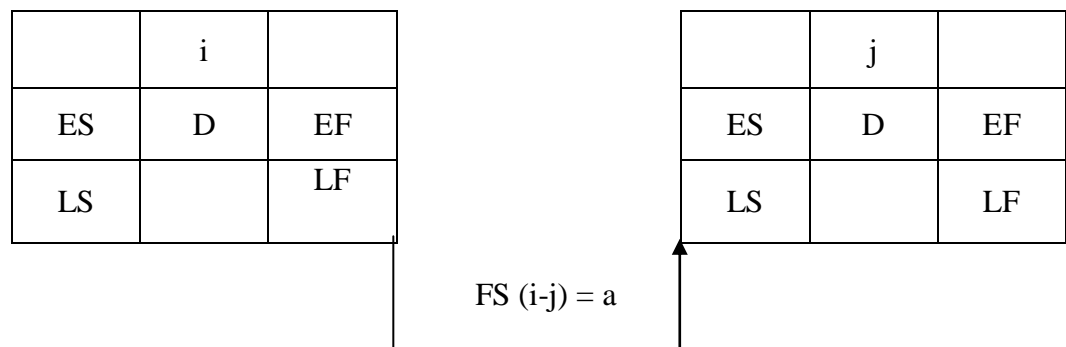
Menjelaskan hubungan antara selesainya suatu kegiatan tergantung mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan SF $(i-j) = d$, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu dimulai. Jadi dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan.



3. Konstrain akhir ke awal (FS)

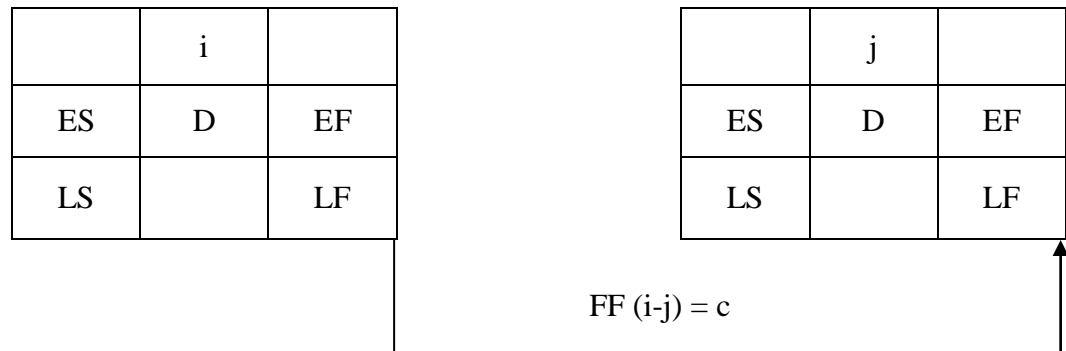
Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dirumuskan sebagai $FS (i-j) = a$, yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai. Proyek selalu menginginkan besar angka a sama dengan 0 kecuali bila dijumpai hal-hal tertentu, misalnya:

- a. akibat iklim yang tak dapat dicegah
- b. proses kimia atau fisika seperti waktu pengeringan adukan semen
- c. mengurus perizinan



4. Konstrain akhir ke akhir (FF)

Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Atau $FF (i-j) = c$ yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Konstrai semacam ini mencegah selesainya suatu kegiatan mencapai 100%, sebelum kegiatan yang terdahulu telah sekian (= c) hari selesai. Besar angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan yang bersangkutan (j).



Untuk membuat jadwal kerja yang pertama harus diketahui adalah durasi dari tiap-tiap pekerjaan. Durasi dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$D = \frac{V}{P} \quad (3.2)$$

Keterangan:

D = Durasi

V = Volume

P = Produktivitas/Satuan Waktu

3.10.2 Identifikasi Jalur Kritis

Tabel 3.1 Identifikasi perhitungan Maju dan Mundur

| Hitungan Maju | Hitungan Mundur |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| Menghasilkan ES, EF dan kurun waktu penyelesaian proyek | Menentukan LS, LF dan kurun waktu <i>float</i> |
| Diambil angka ES Terbesar bila lebih satu kegiatan bergabung | Bila lebih dari satu kegiatan bergabung diambil angka LS terkecil |
| Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu (<i>predecessor</i>) dan (j) kegiatan yang sedang ditinjau | Notasi (i) bagi kegiatan yang sedang ditinjau sedangkan (j) adalah kegiatan berikutnya |
| Waktu awal dianggap nol | |

(Sumber: Soeharto, 1995)

Menurut Nurhayati (2010) Jalur dan kegiatan kritis PDM mempunyai sifat sama seperti CPM/AOA, yaitu:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama ($ES = LS$).
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama ($EF = LF$).
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal ($LF - ES = D$).
4. Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

3.11 KETERLAMBATAN PROYEK

Pelaksanaan proyek yang tidak sesuai dengan rencana, dapat mengakibatkan keterlambatan proyek. Pada pelaksanaan proyek konstruksi, keterlambatan proyek seringkali terjadi, yang dapat menyebabkan berbagai bentuk kerugian bagi penyedia jasa dan pengguna jasa. Bagi kontraktor, keterlambatan selain dapat menyebabkan pembekakan biaya proyek akibat bertambahnya waktu pelaksanaan proyek, dapat pula mengakibatkan menurunnya kredibilitas kontraktor untuk waktu yang akan datang. Sedangkan bagi pemilik, keterlambatan penggunaan atau pengoperasian hasil proyek konstruksi dan seringkali berpotensi menyebabkan timbulnya perselisihan dan klaim antara pemilik dan kontraktor (Soeharto, 1995).

3.11.1 Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan

Berdasarkan 3 jenis utama keterlambatan, maka penyebab keterlambatan proyek dapat di kelompokkan sebagai berikut:

1. Non Excusable Delays

Penyebab- penyebab yang termasuk dalam jenis keterlambatan ini adalah:

- a. identifikasi, durasi, dan rencana urutan kerja yang tidak lengkap dan tidak tersusun dengan baik
- b. ketidaktepatan perencanaan tenaga kerja
- c. kualitas tenaga kerja yang buruk
- d. keterlambatan penyediaan alat/material akibat kelalaian kontraktor
- e. jenis peralatan yang digunakan tidak sesuai dengan proyek
- f. mobilisasi sumber daya yang lambat

- g. banyak hasil pekerjaan yang harus diulang karena cacat atau salah
- h. koordinasi dan komunikasi yang buruk dalam organisasi kontraktor
- i. metode konstruksi atau teknik pelaksanaan yang tidak tepat
- j. kecelakaan kerja yang terjadi pada pekerja

2. *Excusable Delays*

Penyebab-penyebab yang termasuk dalam jenis keterlambatan ini adalah:

- a. terjadinya hal-hal yang tak terduga seperti banjir badai, gempa bumi, tanah longsor, kebakaran, cuaca buruk.
- b. respon dari masyarakat sekitar yang tidak mendukung adanya proyek

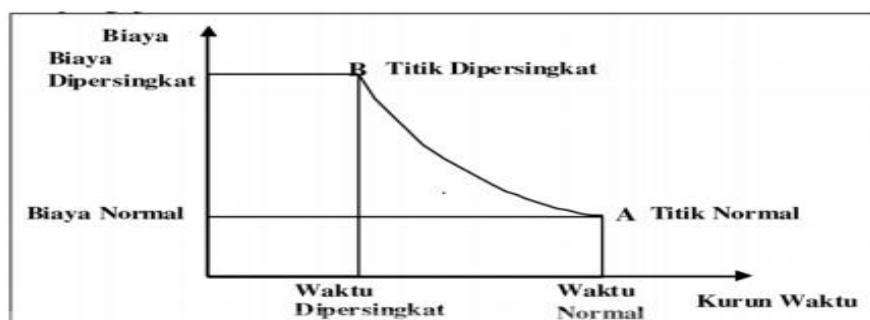
3. *Compensable Delays*

Penyebab-penyebab yang termasuk dalam jenis keterlambatan ini adalah:

- a. penetapan pelaksanaan jadwal proyek yang amat ketat
- b. persetujuan ijin kerja yang lama
- c. sering terjadi penundaan pekerjaan dalam hal kondisi finansial pemilik yang kurang baik
- d. keterlambatan penyediaan material

3.12 METODE *CRASHING*

Untuk menganalisis lebih lanjut hubungan antara biaya dengan waktu suatu kegiatan, dipakai beberapa istilah yaitu, kurun waktu normal (*Normal Duration*), kurun waktu yang dipersingkat (*crash duration*), biaya normal (*Normal Cost*), dan Biaya untuk waktu dipersingkat (*crash cost*). Hubungan antara waktu-biaya normal dan dipersingkat dapat dilihat pada Gambar 3.4 berikut.



Gambar 3.5 Hubungan Antara Waktu – Biaya dan Dipersingkat
(Sumber: Soeharto, 1995)

Derek (1996, dalam Harianto 2003), menjelaskan bahwa ada dua pendekatan pokok dalam melakukan *crashing* yaitu:

1. *Crashing at no extra cost*

Untuk percepatan tanpa biaya (*crashing at no extra cost*) dapat dilakukan dengan pertimbangan:

- a. *Consideration of general planning strategies*, yaitu mengembangkan strategi perencanaan dengan pendekatan pelaksanaan.
- b. *Consideration of activity duration*, yaitu menghitung ulang durasi aktivitas, kemudian mengambil durasi lebih kecil sesuai dengan pengalaman dan disesuaikan dengan kondisi umum.
- c. *Consideration of construction methods* yaitu mempertimbangkan pemakaian metoda kerja lain, dan
- d. *Consideration of network logic* yaitu mempertimbangkan terhadap hubungan antara kegiatan, maksudnya menyempurnakan hubungan yang sudah ada dengan maksud mempercepat pelaksanaan konstruksi.

2. *Crashing at extra cost*

Crashing at extra cost dilakukan setelah *crashing at no extra cost*. Jika dengan *crashing at no extra cost* masih diperlukan waktu tambaha, selanjutnya adalah melakukan *crashing at extra cost*. Yang perlu dipertimbangkan dan disadari bahwa pada *crashing at extra cost* kemungkinan adanya biaya tambahan yang harus ditanggung.

Durasi *crash* dihitung dengan memperhatikan bahwa jumlah total jam kerja normal sama dengan jumlah total efektif kerja lembur. Jika jam kerja efektif lembur adalah jam kerja yang telah direduksi karena adanya penurunan produktifitas.

Durasi *crash* bersifat maksimal bila suatu pekerjaan yang dilemburkan dihitung dengan rumus:

$$D_c = \frac{(D_n \times h)}{(h + (h_o \times e))} \quad (3.3)$$

Keterangan:

D_c = Durasi *crash*

D_n = Durasi normal

- h = jam normal per hari
 ho = jam kerja lembur per hari
 e = efektifitas lembur

3.13 COST SLOPE

Dengan menggunakan variabel waktu dan biaya pada saat normal maupun dipercepat, maka didapatkan pertambahan biaya untuk mempercepat suatu aktifitas per satuan waktu yang disebut *cost slope*. Menggambarkan titik-titik dari suatu kegiatan yang dihubungkan oleh segmen-segmen garis yang dapat berfungsi untuk menganalisis kegiatan apa masih layak untuk diadakan *crashing*. Cara yang digunakan adalah meninjau *slope* (kemiringan) dari masing-masing segment garis yang dapat memberikan identifikasi mengenai pengaruh biaya terhadap pengurangan waktu penyelesaian suatu proyek.

$$\text{Cost Slope} = \frac{\text{Crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \quad (3.4)$$

Dalam proses penyelesaian proyek dengan melakukan penekanan (kompres diusahakan agar penambahan biaya yang terjadi semimum mungkin. Kompresi dilakukan pada jalur lintasan kritis dimulai dengan aktifitas yang memiliki *cost slope* terendah.

3.13.1 Prosedur Mempersingkat Durasi Proyek

Menurut Soeharto (1995), garis besar prosedur mempersingkat waktu adalah:

1. Menghitung waktu penyelesaian proyek dan mengisentifikasi *float* dengan PDM, atau memakai kurun waktu normal.
2. Menentukan biaya normal masing-masing kegiatan.
3. Menentukan biaya dipercepat masing-masing kegiatan.
4. Menghitung *slope* biaya masing-masing komponen kegiatan.
5. Mempersingkat kurun waktu kegiatan, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai *slope* biaya terendah.

6. Setiap kali selesai mempercepat kegiatan, teliti kemungkinan adanya *float* yang dapat dipakai untuk mengatur waktu kegiatan yang bersangkutan guna memperkecil biaya.
7. Bila dalam proses mempercepat waktu proyek terbentuk jalur kritis baru, maka percepat kegiatan-kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi slope biaya terendah.
8. Meneruskan mempersingkat waktu kegiatan sampai titik TPD (Titik proyek dipersingkat).
9. Membuat tabulasi biaya versus waktu.
10. Hitung biaya tidak langsung proyek.
11. Jumlahkan biaya langsung dan tidak langsung untuk mencari total biaya sebelum kurun waktu yang diinginkan.
12. Periksa grafik total biaya untuk mencapai waktu optimal, yaitu kurun waktu penyelesaian proyek dengan biaya terendah.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1 TINJAUAN UMUM

Metode penelitian adalah serangkaian kegiatan atau prosedur yang harus digunakan dalam melakukan sebuah penelitian. Keberhasilan sebuah penelitian tergantung bagaimana menerapkan metode yang digunakan sehingga mampu menjawab tujuan.

Penelitian ini menganalisis dampak percepatan waktu Proyek Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia (UII) terhadap biaya proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan tenaga kerja (*resource*). Sehingga didapat pengaruh dari perubahan waktu terhadap biaya sebelum percepatan proyek dengan ketika proyek mengalami percepatan waktu.

4.2 OBJEK DAN SUBJEK PENELITIAN

Objek penelitian adalah sifat keadaan dari suatu benda, orang, atau yang menjadi pusat perhatian dan sasaran penelitian yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan ditarik kesimpulannya. Objek yang digunakan dalam penelitian adalah Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII

Subjek penelitian adalah sesuatu yang bisa diteliti baik orang, benda, ataupun lembaga (organisasi). Subjek penelitian pada dasarnya adalah sumber utama dari penelitian yang akan dikenai kesimpulan hasil analisis. Subjek dalam penelitian ini adalah analisis percepatan (*crashing*) proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) dan penambahan jam kerja.

4.3 DATA PENELITIAN

Menurut Whitten (2004) data adalah sebuah sumber yang harus dikontrol dan dikelola menjadi menjadi suatu bentuk yang lebih berguna dan bermanfaat.

Data yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah data sekunder yang meliputi:

- a. *Time schedule* dan laporan mingguan proyek
- b. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

c. Jumlah tenaga kerja setiap item pekerjaan

4.4 ALAT YANG DIGUNAKAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini merupakan alat-alat yang dapat membantu proses pelaksanaan penelitian. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Komputer, yang bertujuan untuk membantu proses analisis data dalam penelitian tugas akhir ini menggunakan, *Microsoft Office, Ms. Project 2016*.

4.5 TAHAPAN PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan terbagi dengan beberapa tahapan, yaitu sebagai berikut :

1. Pencarian Referensi

Pencarian referensi bertujuan untuk memperoleh informasi berupa data, dasar teori, metode analisis yang didapat dari literatur-literatur, hasil penelitian, hingga media lainnya. Referensi dari penelitian ini diambil dari makalah, jurnal, tugas akhir dan situs internet (web resmi) yang berkaitan dengan kasus keterlambatan proyek dengan analisis menggunakan metode *crash program* dalam sebuah proyek konstruksi.

2. Identifikasi Masalah

Masalah yang akan diteliti adalah tentang keterlambatan pelaksanaan dalam sebuah proyek konstruksi.

3. Lokasi penelitian

Pemilihan lokasi yang akan diteliti adalah Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII yang berlokasi di Jalan Srandakan Km. 5,5 Pandak, Wijirejo, Pandak, Bantul, Yogyakarta.

4. Pengambilan data

Pengambilan data untuk membantu proses analisis antara lain:

- a. *Time schedule* dan laporan mingguan proyek
- b. Rencana Anggaran Biaya (RAB)
- c. Jumlah tenaga kerja setiap item pekerjaan

5. Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan dan analisis data dilakukan dengan tahap sebagai berikut:

a. setelah semua data yang telah diperoleh dari lapangan selanjutnya dilakukan pengolahan data. Karena data lapangan tidak mempunyai diagram jaringan kerja, baik *Critical Path Method (CPM)* atau *Precedence Diagram Method (PDM)*, dimana lapangan hanya memiliki *time schedule* berupa diagram batang (*bar chart*) dan kurva-s. Langkah awal yang dilakukan perhitungan jaringan berupa PDM menggunakan aplikasi *Ms. Project 2016* sehingga didapat pekerjaan-pekerjaan pada lintasan kritis. Pekerjaan yang masuk dalam lintasan kritis dilakukan perhitungan *crashing* (percepatan) dengan menggunakan dua alternatif yaitu penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam dan penambahan tenaga kerja. Dari dua alternatif perhitungan tersebut maka akan diperoleh percepatan waktu suatu proyek dan biaya seoptimal mungkin.

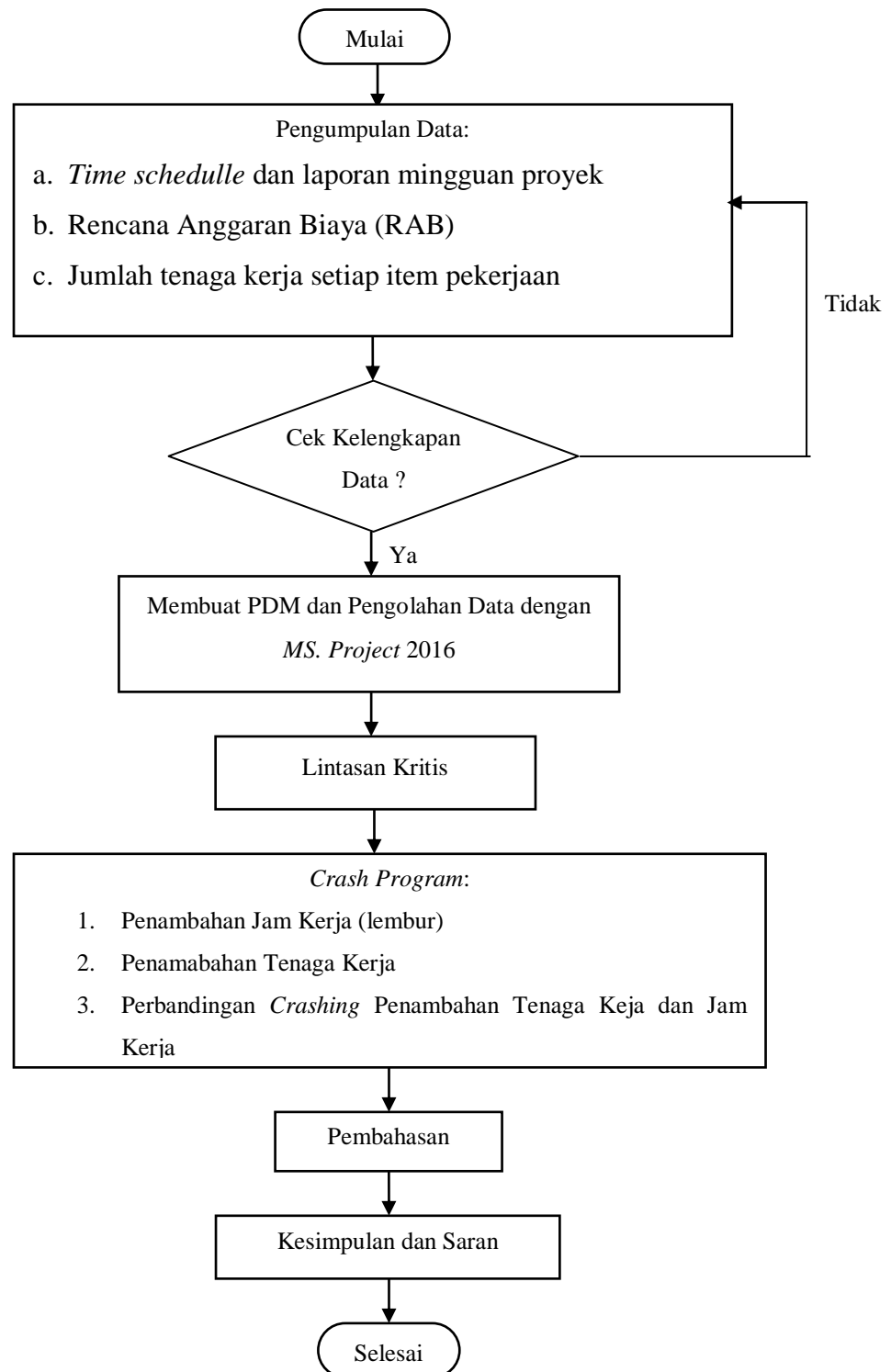
b. Melakukan analisa untuk menentukan biaya *direct cost* dan *indirect cost*.

6. pembahasan dan kesimpulan

pada pembahasan akan menjelaskan tentang perhitungan yang telah dilakukan, sedangkan pada kesimpulan adalah pengambilan keputusan yang berhubungan dengan tujuan penelitian yang telah dianalisis.

4.6 BAGAN ALIR PENELITIAN

Dari tahapan-tahapan penelitian yang telah diuraikan, dapat dilihat dalam bentuk bagan sebagaimana diperlihatkan pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Bagan Alir Penelitian

BAB V

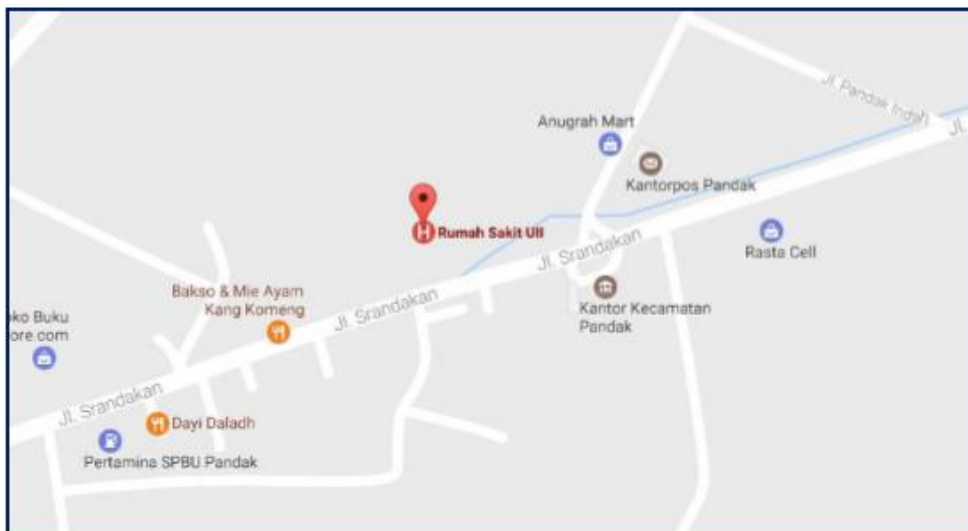
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

5.1 TINJAUAN UMUM

Pada bab ini akan menjelaskan hasil penelitian yang dilakukan selanjutnya, dimulai dari pemeriksaan data, pengolahan data, hingga pembahasannya. Selanjutnya hasil pengolahan data dianalisis untuk mengetahui percepatan (*crashing*) penyelesaian Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII dengan analisis jaringan kerja yang berupa *Precedence Diagram Method* (PDM) sehingga didapat pekerjaan-pekerjaan pada lintasan kritis. Pekerjaan yang masuk dalam lintasan kritis dilakukan perhitungan percepatan (*crashing*) dengan cara penambahan tenaga kerja dan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam, dari dua alternatif tersebut akan diperoleh percepatan waktu suatu proyek dan biaya seoptimal mungkin.

5.2 DATA PROYEK

5.2.1 Lokasi Proyek



Gambar 5.1 Lokasi Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII

(Sumber: *Google maps*, 2017)

Pada Gambar 5.1 dapat dilihat secara rinci bahwa Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII dibatasi oleh:

1. Sebelah Utara : Sawah
2. Sebelah Selatan : Jalan Srandakan
3. Sebelah Timur : Sawah
4. Sebelah Barat : Sawah

5.2.2 Data Awal Proyek

1. Data umum Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII sebagai berikut:

- a. Nama Proyek : Pembangunan Rumah Sakit Universitas Islam Indonesia
- b. Lokasi : Jl. Srandakan Km 5,5, Pandak, Wijirejo, Pandak, Bantul, Yogyakarta
- c. Pemilik : Yayasan Badan Wakaf Universitas Islam Indonesia
- d. Periode Kerja : 2016-2017
- e. Konsultan Perencana : Swakelola Pengurus Yayasan Badan Wakaf (PYBW) UII
- f. Kontraktor : Swakelola Pengurus Yayasan Badan Wakaf (PYBW) UII
- g. Konsultan Pengawas : Swakelola Pengurus Yayasan Badan Wakaf (PYBW) UII
- h. Luas Lahan : 14.541 m²
- i. Luas Bangunan : 26.156,3 m²
- j. Jumlah Lantai : 7 Lantai
- k. Jumlah Kamar
 - 1) VVIP : 6 Unit
 - 2) VIP : 30 Unit
 - 3) Kelas 1 : 37 Unit
 - 4) Kelas 2 : 12 Unit
 - 5) Kelas 3 : 12 Unit
 - 6) HCU : 7 Unit
 - 7) Poli VIP : 3 Unit

8) Poli Biasa : 20 Unit

5.2.3 Daftar Harga Upah

Upah tenaga kerja yang digunakan disesuaikan dengan upah yang digunakan pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII.

Tabel 5.1 Daftar Harga Satuan Upah Pekerja Harian

| Daftar Harga Upah | |
|-------------------|---------------|
| Uraian | Harga |
| Pekerja | Rp 75.000,00 |
| Tukang Kayu | Rp 85.000,00 |
| Tukang Batu | Rp 85.000,00 |
| Tukang Besi | Rp 85.000,00 |
| Kepala Tukang | Rp 90.000,00 |
| Mandor | Rp 100.000,00 |

(Sumber: Data Proyek)

5.2.4 Durasi Normal Kegiatan (Dn)

Langkah awal dalam menyelesaikan masalah adalah membuat jaringan kerja berupa PDM dengan durasi normal berdasarkan *time schedule* yang dibuat pihak Swakelola Pengurus Yayasan Badan Wakaf (PYBW) UII, sehingga diperoleh waktu penyelesaian proyek. PDM dibuat untuk menunjukkan keterkaitan antara pekerjaan yang satu dengan pekerjaan lainnya, secara lebih jelas. Pada hitungan maju, jika suatu kegiatan memiliki *predecessor* lebih dari satu, maka untuk menentukan ES dan EF diambil angka terbesar, sedangkan pada hitungan mundur, jika kegiatan memiliki *predecessor* lebih dari satu, maka untuk menentukan ES dan EF diambil angka yang paling kecil.

Durasi normal adalah 7jam/hari dan bekerja setiap hari, perkerjaan dimulai dari pukul 08.00 – 12.00 kemudian dilanjutkan lagi pukul 13.00 – 16.00.

Durasi normal diperkirakan berdasarkan produktifitas dan sumber daya yang dimiliki. Durasi normal diperkirakan berdasarkan *time schedule* yang dibuat oleh pihak Swakelola Pengurus Yayasan Badan Wakaf (PYBW) UII. Secara umum, pekerjaan proyek yang dilakukan terdapat dalam Tabel 5.2 berikut.

Tabel 5.2 Durasi Normal Pekerjaan

| NO | DESKRIPSI | DURASI (MINGGU) |
|---------------------------|-----------------------------|-----------------|
| PEKERJAAN STRUKTUR | | |
| 1.1 | Pekerjaan Galian Dan Urugan | 47 |
| 2.2 | Pekerjaan <i>Bored Pile</i> | 75 |
| 2.3 | Pekerjaan Beton | |
| 2.3.1 | Lantai <i>Basement</i> | 77 |
| 2.3.2 | Lantai Dasar | 56 |
| 2.3.3 | Lantai 1 | 49 |
| 2.3.4 | Lantai 2 | 42 |
| 2.3.5 | Lantai 3 | 35 |
| 2.3.6 | Lantai 4 | 35 |
| 2.3.7 | Lantai 5 | 35 |
| 2.3.7 | Lantai Atap | 35 |
| 2.4 | PEKERJAAN ATAP BAJA | 35 |
| 2.5 | PEKERJAAN GWT | 28 |

(Sumber: Data Proyek)

Pada Tabel 5.2 merupakan durasi pekerjaan normal yang diambil secara keseluruhan setiap lantai pada proyek Pembangunan Rumah Sakit UII, untuk rincian data durasi normal secara detail pada setiap item pekerjaan dapat dilihat pada Lampiran 4.

5.3 JARINGAN KERJA PDM

Pada saat dilakukan penelitian, proyek Pembangunan Rumah Sakit UII tidak mempunyai jaringan kerja, baik diagram jaringan kerja *Critical Path Method* (CPM) maupun *Precedence Diagram Method* (PDM). Dimana pihak swakelola hanya memiliki Rencana Anggaran Biaya (RAB), *time schedule* berupa diagram batang (*bar chart*) dan kurva S, maka langkah awal adalah membuat jaringan kerja dengan menggunakan durasi normal sehingga didapatkan waktu normal penyelesaian proyek. Dalam hal ini jaringan kerja yang didapatkan adalah PDM dengan menggunakan *Software MS. Project 2016*. Dari jaringan kerja PDM ini diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan kondisi normal adalah 320 hari, selesai pada tanggal 30 April 2017. Dari hasil jaringan kerja PDM pekerjaan normal juga diperoleh kegiatan-kegiatan yang kritis, yang membentuk sebuah lintasan kritis (*critical path*) selengkapnya dapat dilihat pada Lampiran 7.

Sedangkan kegiatan-kegiatan yang akan di *crashing* dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja ditunjukkan pada Tabel 5.3 berikut.

Tabel 5.3 Pekerjaan-pekerjaan yang di *Crashing*

| No | Kode Pek. | Pekerjaan | Durasi (Hari) |
|----|-----------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1 | 14 | Cor Lantai Kerja/Rabat Lantai Semi Basement Tebal 70 mm (Lantai Basement) | 21 |
| 2 | 50 | Bekisting Pit Lift 4 (Lantai Basement) | 7 |
| 3 | 67 | Pembesian plat lantai A9 t = 300 mm (Lantai Basement) | 7 |
| 4 | 134 | Bekisting Plat Tangga 4 (Lantai Basement) | 7 |
| 5 | 206 | Bongkaran Bekisting Balok dan Plat Lantai (Lantai Dasar) | 7 |
| 6 | 273 | Bekisting plat tangga 5 (Lantai Dasar) | 7 |
| 7 | 356 | Cor Balok dan Plat Lantai (Lantai 1) | 7 |
| 8 | 425 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 1) | 7 |
| 9 | 503 | Bekisting plat lantai A6 t = 150 mm (Lantai 2) | 7 |
| 10 | 560 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 2) | 7 |
| 11 | 622 | Bekisting plat lantai A4 t = 150 mm (Lantai 3) | 7 |
| 12 | 669 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 3) | 7 |
| 13 | 703 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 4) | 7 |
| 14 | 750 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 4) | 7 |
| 15 | 784 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 5) | 7 |
| 16 | 818 | Bekisting Shear Wall 4 (Lantai 5) | 7 |
| 17 | 875 | Bekisting plat lantai A3 t = 120 mm (Lantai Atap) | 7 |

(Sumber: Hasil analisis jaringan kerja PDM)

5.4 MENENTUKAN JUMLAH *RESOURCE* DAN UPAH PADA PEKERJAAN NORMAL

Contoh perhitungan jumlah *resource* perhari pada pekerjaan bekisting plat lantai A3 t = 120 mm.

$$\text{Volume pekerjaan} = 85,61 \text{ m}^2$$

$$\text{Durasi normal (Dn)} = 7 \text{ hari}$$

1. Kebutuhan jumlah *resource* perhari pada pekerjaan normal

Koef tenaga kerja

$$\text{a. Pekerja} = 0,660$$

$$\text{b. Tukang Kayu} = 0,330$$

$$\text{c. Kepala Tukang} = 0,033$$

$$\text{d. Mandor} = 0,033$$

Jumlah *resource* perhari (volume x koef)/Dn

$$\text{a. Pekerja} = 8,072 \approx 9 \text{ orang}$$

$$\text{b. Tukang Kayu} = 4,036 \approx 5 \text{ orang}$$

$$\text{c. Kepala Tukang} = 0,404 \approx 1 \text{ orang}$$

$$\text{d. Mandor} = 0,404 \approx 1 \text{ orang}$$

2. Upah pada pekerjaan normal

Upah harian pekerja

$$\text{a. Pekerja} = \text{Rp } 75.000,00$$

$$\text{b. Tukang Kayu} = \text{Rp } 85.000,00$$

$$\text{c. Kepala Tukang} = \text{Rp } 90.000,00$$

$$\text{d. Mandor} = \text{Rp } 100.000,00$$

Upah perhari (Jumlah pekerja perhari x upah harian pekerja)

$$\text{a. Pekerja} = \text{Rp } 605.379,34$$

$$\text{b. Tukang Kayu} = \text{Rp } 343.048,29$$

$$\text{c. Kepala Tukang} = \text{Rp } 35.322,76$$

$$\text{d. Mandor} = \text{Rp } 40.358,62 +$$

$$\text{Rp } 1.025.109,02$$

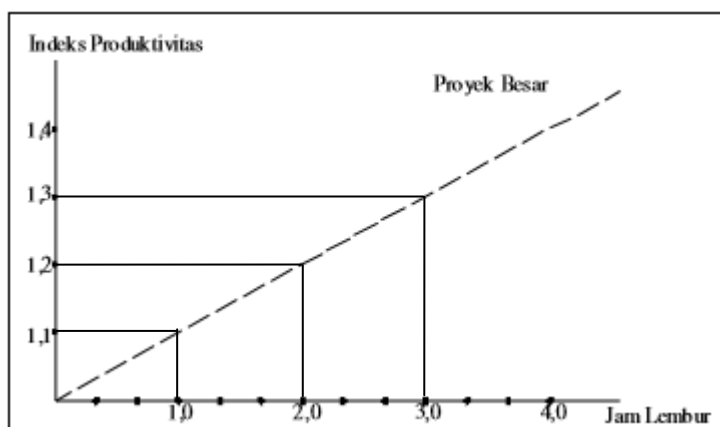
$$\begin{aligned}
 &\text{Total upah pekerjaan normal bekisting plat lantai A3 t = 120 mm} \\
 &= \Sigma \text{ upah perhari} \times \text{durasi normal pekerjaan} \\
 &= \text{Rp } 1.025.109,02 \times 7 \\
 &= \text{Rp } 7.175.763,14
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk jumlah *resource* dan upah pada pekerjaan normal dalam lintasan kritis lainnya secara rinci dapat dilihat pada Lampiran 8.

5.5 ANALISIS PERCEPATAN PROYEK DENGAN TAMBAH JAM KERJA

5.5.1 Durasi *Crash* (Dc)

Dalam perhitungan percepatan dengan menambahkan jam kerja (lembur) dapat menurunkan efisiensi kerja seperti terlihat pada Gambar 5.2 berikut.



Gambar 5.2 Indikasi Penurunan Produktivitas Karena Kerja Lembur
(Sumber: Soeharto, 1995)

Gambar 5.2 menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, bila jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah. Perhitungan penurunan produktivitas pekerjaan bekisting plat lantai A3 t = 120 mm sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Volume pekerjaan} &= 85,61 \text{ m}^2 \\
 \text{Jumlah tenaga kerja} &= 5 \text{ orang} \\
 \text{Durasi normal} &= 7 \text{ hari} \\
 \text{Jam kerja normal perhari} &= 7 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas perhari} &= \frac{85,61 \text{ m}^2}{7 \text{ hari}} \\ &= 12,230 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas pertenaga kerja} &= \frac{12,230 \text{ m}^2/\text{hari}}{5 \text{ orang}} \\ &= 2,446 \text{ m}^2/\text{OH} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas normal perjam} &= \frac{2,446 \text{ m}^2/\text{OH}}{7 \text{ Jam}} \\ &= 0,349 \text{ m}^2/\text{jam/orang} \end{aligned}$$

1. Produktivitas Normal 3 Jam

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas normal 3 jam} &= 0,349 \times 3 \\ &= 1,047 \text{ m}^2/\text{orang} \end{aligned}$$

2. Produktivitas Lembur 3 Jam

$$\text{Produktivitas normal perjam} = 0,349 \text{ m}^2/\text{jam/orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas lembur jam ke 1} &= \frac{0,349 \text{ m}^2/\text{OH}}{1,1} \\ &= 0,317 \text{ m}^2/\text{jam/orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas lembur jam ke 2} &= \frac{0,349 \text{ m}^2/\text{OH}}{1,2} \\ &= 0,291 \text{ m}^2/\text{jam/orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas lembur jam ke 3} &= \frac{0,349 \text{ m}^2/\text{OH}}{1,3} \\ &= 0,268 \text{ m}^2/\text{jam/orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas lembur 3 jam} &= \text{lembur jam ke 1} + \text{lembur jam ke 2} + \\ &\quad \text{lembur jam ke 3} \\ &= 0,317 + 0,291 + 0,268 \\ &= 0,876 \text{ m}^2/\text{orang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{3. Efektifitas tenaga kerja} &= \frac{\text{produktivitas lembur 3 jam}}{\text{produktivitas normal 3 jam}} \times 100 \\ &= \frac{0,876}{1,047} \times 100 \\ &= 84 \% \end{aligned}$$

$$\text{4. Penurunan produktivitas} = 16 \%$$

Penurunan produktivitas untuk kerja lembur ini disebabkan oleh kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, serta keadaan cuaca yang dingin. Perhitungan durasi *crash* dengan lembur 3 jam perhari pada pekerjaan bekisting plat lantai A3 t = 120 mm sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 D_c &= \frac{(D_n \times h)}{(h + (h \times e))} \\
 &= \frac{(7 \times 7)}{(7 + (3 \times 0,84))} \\
 &= 5,147 \text{ hari} \approx 6 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan diatas, didapatkan durasi *crash* maksimum adalah 6 hari atau dapat dipercepat 1 hari dari durasi normal. Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.4 berikut.

Tabel 5.4 Durasi *Crash* Dengan Percepatan Penambahan Jam Kerja

| No | Kode Pek | Kegiatan | Durasi (Hari) | | di = Dn - Dc |
|------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | Normal | <i>Crash</i> | |
| 1 | 14 | Cor Lantai Kerja/Rabat Lantai Semi Basement Tebal 70 mm (Lantai Basement) | 21 | 16 | 5 |
| 2 | 50 | Bekisting Pit Lift 4 (Lantai Basement) | 7 | 6 | 1 |
| 3 | 67 | Pembesian plat lantai A9 t = 300 mm (Lantai Basement) | 7 | 6 | 1 |
| 4 | 134 | Bekisting Plat Tangga 4 (Lantai Basement) | 7 | 6 | 1 |
| 5 | 206 | Bongkaran Bekisting Balok dan Plat Lantai (Lantai Dasar) | 7 | 6 | 1 |
| 6 | 273 | Bekisting plat tangga 5 (Lantai Dasar) | 7 | 6 | 1 |
| 7 | 356 | Cor Balok dan Plat Lantai (Lantai 1) | 7 | 6 | 1 |
| 8 | 425 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 1) | 7 | 6 | 1 |
| 9 | 503 | Bekisting plat lantai A6 t = 150 mm (Lantai 2) | 7 | 6 | 1 |
| 10 | 560 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 2) | 7 | 6 | 1 |
| 11 | 622 | Bekisting plat lantai A4 t = 150 mm (Lantai 3) | 7 | 6 | 1 |
| 12 | 669 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 3) | 7 | 6 | 1 |
| 13 | 703 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 4) | 7 | 6 | 1 |
| 14 | 750 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 4) | 7 | 6 | 1 |
| 15 | 784 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 5) | 7 | 6 | 1 |
| 16 | 818 | Bekisting Shear Wall 4 (Lantai 5) | 7 | 6 | 1 |
| 17 | 875 | Bekisting plat lantai A3 t = 120 mm (Lantai Atap) | 7 | 6 | 1 |
| Total Percepatan Durasi Tambah Jam Kerja | | | | | 21 Hari |

5.5.2 Biaya *Crash* (Cc)

Pekerjaan normal sehari bekerja 7 jam yaitu pada pukul dan istirahat selama 1 jam (08.00-16.00), sedangkan kerja lembur 3 jam dilakukan setelah waktu kerja normal dan istirahat setengah jam (16.00-19.30). Menurut keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 3, pasal 7 dan pasal 11 standar upah untuk lembur adalah :

1. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 (jam) dalam 1 (satu) hari dan 14 (empat belas) jam dalam 1 (satu) minggu.
2. Memberikan makanan dan minuman sekurang-kurangnya 1.400 kalori apabila kerja lembur dilakukan selama 3 jam atau lebih.
3. Untuk kerja lembur pertama harus dibayar sebesar 1,5 kali upah sejam.
4. Untuk setiap jam kerja lembur berikutnya harus dibayar upah sebesar 2 kali lipat upah satu jam.

Analisis percepatan (*crashing*) dengan cara menambahkan jam kerja bisa menjadi salah satu alternatif percepatan proyek jika kebutuhan *resource* yang akan ditambahkan tidak tersedia. Pada perhitungan ini digunakan penambahan 3 pada pekerjaan normal.

Contoh perhitungan biaya *crash* pekerjaan bekisting plat lantai A3 t = 120 mm.

Biaya Normal (Cn) Pekerjaan = Rp 7.175.763,14

Durasi Normal (Dn) = 7 hari

Durasi *Crash* (Dc) = 6 hari

Biaya *Crash* (Cc) Pekerjaan

1. Upah normal perjam

$$\begin{aligned} \text{a. Pekerja} &= \frac{\text{Rp } 75.000,00}{7 \text{ jam/hari}} \\ &= \text{Rp } 10.714,29 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{b. Tukang Kayu} &= \frac{\text{Rp } 85.000,00}{7 \text{ jam/hari}} \\ &= \text{Rp } 12.142,86 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{c. Kepala Tukang} &= \frac{\text{Rp } 95.000,00}{7 \text{ jam/hari}} \\ &= \text{Rp } 12.857,14 \end{aligned}$$

- d. Mandor $= \frac{Rp\ 100.000,00}{7\ jam/hari}$
 $= Rp\ 14.285,71$
2. Upah lembur jam ke 1
- a. Pekerja $= Rp\ 10.714,29 \times 1,5$
 $= Rp\ 16.071,43$
- b. Tukang Kayu $= Rp\ 12.142,86 \times 1,5$
 $= Rp\ 18.214,29$
- c. Kepala Tukang $= Rp\ 12.857,14 \times 1,5$
 $= Rp\ 19.285,71$
- d. Mandor $= Rp\ 14.285,71 \times 1,5$
 $= Rp\ 21.428,57$
3. Upah lembur jam ke 2 dan jam ke 3
- a. Pekerja $= 2 \times 2 \times Rp\ 10.714,29$
 $= Rp\ 42.857,14$
- b. Tukang Kayu $= 2 \times 2 \times Rp\ 12.142,86$
 $= Rp\ 48.571,43$
- c. Kepala Tukang $= 2 \times 2 \times Rp\ 12.857,14$
 $= Rp\ 51.428,57$
- d. Mandor $= 2 \times 2 \times Rp\ 14.285,71$
 $= Rp\ 57.142,86$
4. Total *cost* perhari (upah harian + upah lembur jam ke 1 + upah lembur jam ke 2 dan jam ke 3)
- a. Pekerja $= Rp\ 133.928,57$
- b. Tukang Kayu $= Rp\ 151.785,71$
- c. Kepala Tukang $= Rp\ 160.714,29$
- d. Mandor $= Rp\ 178.571,43$
5. Biaya *Cost on time* (jumlah pekerja x total *cost* perhari)
- a. Pekerja $= 9\ orang \times Rp\ 133.928,57$
 $= Rp\ 1.205.357,14$
- b. Tukang Kayu $= 5\ orang \times Rp\ 151.785,71$
 $= Rp\ 758.928,57$
- c. Pekerja $= 1\ orang \times Rp\ 160.714,29$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 160.714,29 \\
 \text{d. Pekerja} &= 1 \text{ orang} \times \text{Rp } 178.571,43 \\
 &= \text{Rp } 178.571,43 \quad + \\
 &\quad \underline{\text{Rp } 2.303.571,43}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 6. \text{ Total Biaya Tambah Jam Kerja} &= \Sigma \text{ cost on time} \times \text{durasi crash} \\
 &= \text{Rp } 2.303.571,43 \times 6 \\
 &= \text{Rp } 13.821.428,57
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Cost Slope (Rp/jam)} &= \frac{\text{Crash cost} - \text{normal cost}}{\text{normal duration} - \text{crash duration}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 13.821.428,57 - \text{Rp } 7.175.763,14}{7 - 6} \\
 &= \text{Rp } 6.645.665,43
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis penambahan biaya upah tenaga kerja akibat percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam perhari pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya dapat dilihat pada Lampiran 9.

Tabel 5.5 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Percepatan dengan Penambahan Jam Kerja

| No | Kode Pek | Uraian Pekerjaan | Alternatif | | | | | |
|----|----------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|--------------|----------------------------|
| | | | Normal | | Crashing | | | |
| | | | Durasi (Dn) | Biaya (Cn) | Durasi (Dc) | Biaya (Cc) | di = Dn - Dc | Cost Slope = (Cc - Cn)/ di |
| 1 | 14 | Cor Lantai Kerja/Rabat Lantai Semi Basement Tebal 70 mm (Lantai Basement) | 21 | Rp 47.561.730,21 | 16 | Rp 64.709.837,02 | 5 | Rp 3.429.621,36 |
| 2 | 50 | Bekisting Pit Lift 4 (Lantai Basement) | 7 | Rp 4.523.458,94 | 6 | Rp 6.923.661,65 | 1 | Rp 2.400.202,70 |
| 3 | 67 | Pembesian plat lantai A9 t = 300 mm (Lantai Basement) | 7 | Rp 3.038.870,58 | 6 | Rp 4.651.332,52 | 1 | Rp 1.612.461,94 |
| 4 | 134 | Bekisting Plat Tangga 4 (Lantai Basement) | 7 | Rp 1.911.096,00 | 6 | Rp 2.925.146,94 | 1 | Rp 1.014.050,94 |
| 5 | 206 | Bongkaran Bekisting Balok dan Plat Lantai (Lantai Dasar) | 7 | Rp 67.093,33 | 6 | Rp 102.693,88 | 1 | Rp 35.600,54 |
| 6 | 273 | Bekisting plat tangga 5 (Lantai Dasar) | 7 | Rp 1.654.048,00 | 6 | Rp 2.531.706,12 | 1 | Rp 877.658,12 |
| 7 | 356 | Cor Balok dan Plat Lantai (Lantai 1) | 7 | Rp 5.178.211,87 | 6 | Rp 7.925.834,49 | 1 | Rp 2.747.622,62 |
| 8 | 425 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 1) | 7 | Rp 666.710,13 | 6 | Rp 1.020.474,69 | 1 | Rp 353.764,56 |
| 9 | 503 | Bekisting plat lantai A6 t = 150 mm (Lantai 2) | 7 | Rp 6.463.125,50 | 6 | Rp 9.892.539,04 | 1 | Rp 3.429.413,53 |
| 10 | 560 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 2) | 7 | Rp 666.710,13 | 6 | Rp 1.020.474,69 | 1 | Rp 353.764,56 |
| 11 | 622 | Bekisting plat lantai A4 t = 150 mm (Lantai 3) | 7 | Rp 592.188,30 | 6 | Rp 906.410,66 | 1 | Rp 314.222,36 |

Lanjutan **Tabel 5.5** Rekapitulasi Waktu dan Biaya Percepatan dengan Penambahan Jam Kerja

| No | Kode Pek | Uraian Pekerjaan | Alternatif | | | | | |
|-------------------------------|----------|---------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------------------|------------------------------------------------------|
| | | | Normal | | Crashing | | | |
| | | | Durasi (D _n) | Biaya (C _n) | Durasi (D _c) | Biaya (C _c) | di = D _n - D _c | Cost Slope = (C _c - C _n) / di |
| 12 | 669 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 3) | 7 | Rp 666.710,13 | 6 | Rp 1.020.474,69 | 1 | Rp 353.764,56 |
| 13 | 703 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 4) | 7 | Rp 4.021.893,15 | 6 | Rp 6.155.958,90 | 1 | Rp 2.134.065,75 |
| 14 | 750 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 4) | 7 | Rp 666.710,13 | 6 | Rp 1.020.474,69 | 1 | Rp 353.764,56 |
| 15 | 784 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 5) | 7 | Rp 4.021.893,15 | 6 | Rp 6.155.958,90 | 1 | Rp 2.134.065,75 |
| 16 | 818 | Bekisting Shear Wall 4 (Lantai 5) | 7 | Rp 4.538.096,64 | 6 | Rp 6.946.066,29 | 1 | Rp 2.407.969,65 |
| 17 | 875 | Bekisting plat lantai A3 t = 120 mm (Lantai Atap) | 7 | Rp 7.175.763,14 | 6 | Rp 13.821.428,57 | 1 | Rp 6.645.665,43 |
| Jumlah Slope Tambah Jam Kerja | | | | | | | 21 | Rp 30.597.678,95 |

5.5.3 Penambahan Biaya Akibat Tambah Jam Kerja

Perhitungan untuk tambahan biaya dilakukan karena percepatan durasi proyek ini menggunakan sistem penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam mulai pukul 16:00-19.30. Perhitungan untuk tambahan biaya lembur dengan durasi percepatan yaitu 299 hari atau dipercepat selama 21 hari dari durasi normal. Berikut perhitungan penambahan biaya akibat kerja lembur berdasarkan asumsi-asumsi.

1. Tambahan Biaya Penerangan

a. Data yang dibutuhkan :

- 1) Lampu Sorot 250 – 400 watt Philco

Jumlah = 4 buah

Harga = Rp 1.100.000,00

- 2) Kabel Suprime (NYM 2 x 2,5)

Panjang 150 m

Harga = Rp 984.000,00

- 3) Steker Neewgee 13310 (Broco)

Jumlah 4 buah

Harga = Rp 8.000,00

- 4) Stop Kontak Standard 15340 (Broco)

Harga = Rp 38.000,00

- 5) Biaya Pasang (Per Titik)

Harga = Rp 70.000,00

- 6) Listrik Selama Masa Percepatan

Spesifikasi = 400 watt

= 0,4 Kilo Watt

Jumlah = 4 buah

Harga perKwh = Rp 1.401,00 (sumber pln.co.id Agustus 2016)

Durasi Percepatan = 21 hari

Lembur Per Hari = 3 Jam (16.00 – 19.30)

b. Perhitungan

- 1) Biaya Lampu = Harga Lampu x Jumlah Lampu
 = Rp 1.100.000 x 4
 = Rp 4.400.000,00
- 2) Biaya Kabel (150 m) = Rp 984.000,00
- 3) Biaya Steker = Harga Steker x Jumlah Saklar
 = 4 x Rp 8.000,00
 = Rp 32.000,00
- 4) Biaya Stop Kontak = Rp 38.000,00
- 5) Biaya Pasang = Jumlah Lampu x Harga Pasang Per Titik
 = 4 x Rp 70.000,00
 = Rp 280.000,00

6) Biaya Listrik Selama Masa Percepatan

$$\begin{aligned} \text{Biaya Listrik} &= \text{Harga perKwh} \times \text{Spesifikasi pemakaian listrik} \times \text{Jam} \\ &\quad \text{lembur} \times \text{Jumlah lampu} \times \text{Durasi Percepatan} \\ &= \text{Rp } 1.401,00 \times 0,4 \times 3 \times 4 \times 21 \\ &= \text{Rp } 141.220,80 \end{aligned}$$

c. Total Biaya Untuk Penerangan

- 1) Biaya Lampu = Rp 4.400.000,00
- 2) Biaya Kabel = Rp 984.000,00
- 3) Biaya Steker = Rp 32.000,00
- 4) Biaya Stop Kontak = Rp 38.000,00
- 5) Biaya Pasang = Rp 280.000,00
- 6) Biaya Listrik Percepatan = Rp 141.220,80 +
- Total Biaya = Rp 5.875.220,80

2. Tambahan Biaya Manajemen

a. Data yang dibutuhkan :

- 1) Jumlah = 2 orang/hari (wawancara dengan pelaksana)
- 2) Upah lembur/jam = Rp 15.000,00
- 3) Lembur = 3 jam/hari
- 4) Durasi percepatan = 21 hari

b. Perhitungan :

$$\begin{aligned} \text{Upah lembur /hari} &= \text{Rp.15.000,00} \times 3 \\ &= \text{Rp 45.000,00 (upah/hari)} \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya} = \text{Rp 1.890.000,00}$$

Tabel 5.6 Penambahan Biaya Akibat Tambah Jam Kerja

| | |
|------------------------------------|-----------------|
| Tambahan Biaya Penerangan | Rp 5.875.220,80 |
| Tambahan Biaya Manajemen Proyek | Rp 1.890.000,00 |
| Total Biaya Tambahan Akibat Lembur | Rp 7.765.220,80 |

5.5.4 Total Biaya Percepatan Proyek Dengan Tambah Jam Kerja

Dari hasil perhitungan penambahan biaya upah pekerja dan penambahan biaya untuk manajemen serta penerangan proyek akibat adanya percepatan proyek dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam, dapat dilihat pada Tabel 5.4 dan 5.5 maka dapat dihitung total biaya percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dengan pengurangan durasi selama 20 hari dari waktu normal 320 hari menjadi 300 hari ditunjukkan pada Tabel 5.7 berikut.

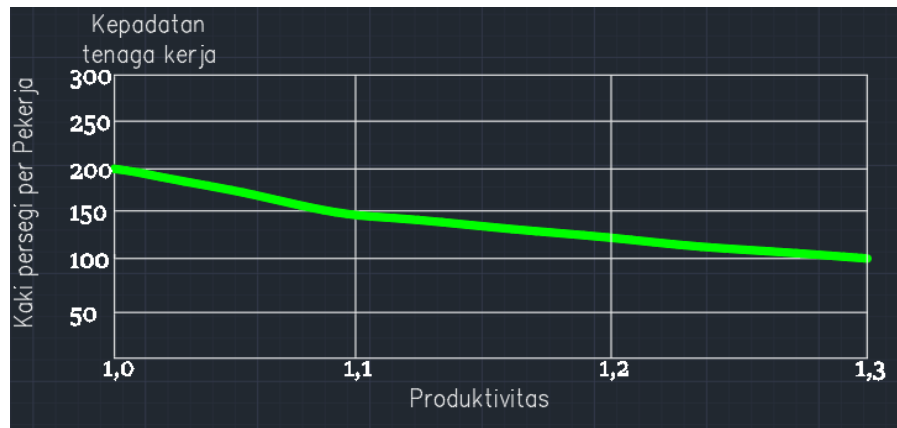
Tabel 5.7 Total Biaya Percepatan Tambah Jam Kerja

| | |
|--------------------------------------------------|------------------|
| Biaya Percepatan Upah Tenaga Kerja | Rp 30.597.678,95 |
| Biaya Manajemen Proyek dan Penerangan Malam Hari | Rp 7.765.220,80 |
| Total Biaya Proyek | Rp 38.362.899,75 |

5.6 ANALISIS PERCEPATAN PROYEK TAMBAH TENAGA KERJA

5.6.1 Durasi *Crash* (Dc)

Dalam perhitungan *crash* dengan melakukan penambahan tenaga kerja angka produktivitas akan menurun jika terjadi kepadatan area kerja tenaga kerja yang ditunjukkan pada Gambar 5.3 berikut.



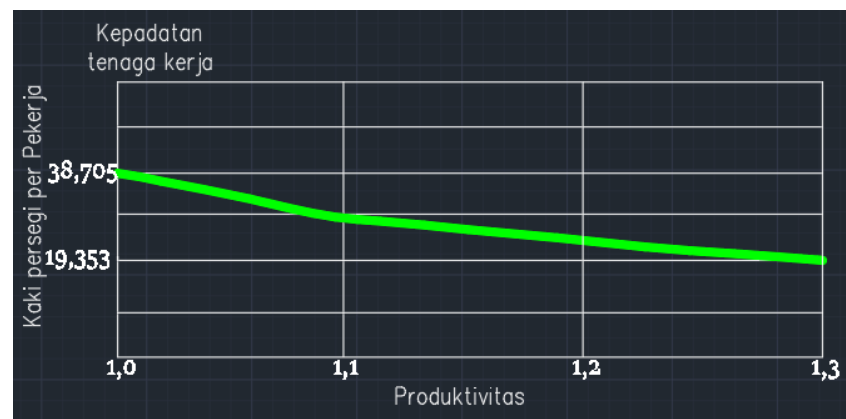
Gambar 5.3 Kepadatan Tenaga Kerja dengan Produktivitas

(Sumber: Soeharto, 1995)

Gambar 5.3 tersebut merupakan hasil penelitian untuk proyek-proyek berukuran sedang ke atas di USA dengan titik optimal 200 ft²/orang dengan indeks produktivitasnya maksimal = 1, jika makin padat 150 ft²/orang atau 100 ft²/orang maka indeks produktivitasnya akan menurun.

Perhitungan kepadatan tenaga kerja dengan produktivitas pada pekerjaan bekisting plat lantai atap, dimana diketahui data dari proyek sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas area pekerjaan} &= 2361 \text{ m}^2 \\ \text{Jumlah Tenaga Kerja} &= 61 \text{ orang} \\ \text{Luas area pekerjaan per tenaga kerja} &= \frac{2361}{61} \\ &= 38,705 \text{ m}^2/\text{orang} \end{aligned}$$



Gambar 5.4 Kepadatan Tenaga Kerja dengan Produktivitas

(Sumber: Analisis Data)

Karena belum ada penelitian tentang pengaruh penurunan produktivitas dengan dengan kepadatan luas area pekerjaan per tenaga kerja untuk proyek-proyek berukuran sedang ke atas di Indonesia, maka dasar kepadatan yang ideal yaitu $38,705 \text{ m}^2/\text{orang}$ dengan indek produktivitas = 1. Pada perhitungan penurunan produktivitas tenaga kerja diasumsikan 2 kali penambahan orang maka luas area per tenaga kerja akan semakin padat yaitu $38,705/2 = 19,353 \text{ m}^2/\text{orang}$ dengan indeks produktivitas = 1,3. Maka efektifitas tenaga kerja dapat dihitung dengan:

$$\begin{aligned} \text{Efektifitas tenaga kerja} &= \frac{1}{1,3} \times 100 \\ &= 77\% \\ \text{Penurunan produktivitas} &= 23\% \end{aligned}$$

Contoh perhitungan Durasi *crash* pada pekerjaan bekisting plat lantai A3 t = 120 mm adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Volume pekerjaan} &= 85,61 \text{ m}^2 \\ \text{Jumlah tenaga kerja} &= 5 \text{ orang} \\ \text{Durasi normal} &= 7 \text{ hari} \\ \text{Produktivitas perhari} &= \frac{85,61 \text{ m}^2}{7 \text{ hari}} \\ &= 12,230 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} D_c &= \frac{V}{P} \\ &= \frac{85,61}{\left(\frac{5 \times 2}{5} \times 12,230 \times 0,77\right)} \\ &= 4,545 \text{ hari} \approx 5 \text{ hari} \end{aligned}$$

Dari contoh perhitungan diatas, didapatkan durasi *crash* maksimum adalah 5 hari atau dapat dipercepat 2 hari dari durasi normal. Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis percepatan durasi proyek dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya dapat dilihat pada Tabel 5.8 berikut.

Tabel 5.8 Durasi *Crash* Dengan Percepatan Penambahan Tenaga Kerja

| No | Kode Pek | Kegiatan | Durasi (Hari) | | di = Dn - Dc |
|------------------------------------------|----------|---------------------------------------------------------------------------|---------------|--------------|--------------|
| | | | Normal | <i>Crash</i> | |
| 1 | 14 | Cor Lantai Kerja/Rabat Lantai Semi Basement Tebal 70 mm (Lantai Basement) | 21 | 14 | 7 |
| 2 | 50 | Bekisting Pit Lift 4 (Lantai Basement) | 7 | 5 | 2 |
| 3 | 67 | Pembesian plat lantai A9 t = 300 mm (Lantai Basement) | 7 | 5 | 2 |
| 4 | 134 | Bekisting Plat Tangga 4 (Lantai Basement) | 7 | 5 | 2 |
| 5 | 206 | Bongkaran Bekisting Balok dan Plat Lantai (Lantai Dasar) | 7 | 5 | 2 |
| 6 | 273 | Bekisting plat tangga 5 (Lantai Dasar) | 7 | 5 | 2 |
| 7 | 356 | Cor Balok dan Plat Lantai (Lantai 1) | 7 | 5 | 2 |
| 8 | 425 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 1) | 7 | 5 | 2 |
| 9 | 503 | Bekisting plat lantai A6 t = 150 mm (Lantai 2) | 7 | 5 | 2 |
| 10 | 560 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 2) | 7 | 5 | 2 |
| 11 | 622 | Bekisting plat lantai A4 t = 150 mm (Lantai 3) | 7 | 5 | 2 |
| 12 | 669 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 3) | 7 | 5 | 2 |
| 13 | 703 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 4) | 7 | 5 | 2 |
| 14 | 750 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 4) | 7 | 5 | 2 |
| 15 | 784 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 5) | 7 | 5 | 2 |
| 16 | 818 | Bekisting Shear Wall 4 (Lantai 5) | 7 | 5 | 2 |
| 17 | 875 | Bekisting plat lantai A3 t = 120 mm (Lantai Atap) | 7 | 5 | 2 |
| Total Percepatan Durasi Tambah Jam Kerja | | | | | 39 Hari |

5.6.2 Biaya *Crash* (Cc)

Contoh perhitungan biaya *crash* pekerjaan bekisting plat lantai A3 t = 120 mm.

Biaya Normal (Cn) Pekerjaan = Rp 7.175.763,14

Durasi Normal (Dn) = 7 hari

Durasi *Crash* (Dc) = 5 hari

Biaya *Crash* (Cc) Pekerjaan

1. Koef tenaga kerja
 2. Pekerja = 0,660
 3. Tukang Kayu = 0,330
 4. Kepala Tukang = 0,033
 5. Mandor = 0,033
2. Upah harian tenaga kerja
 - a. Pekerja = Rp 75.000,00
 - b. Tukang Kayu = Rp 85.000,00
 - c. Kepala Tukang = Rp 90.000,00
 - d. Mandor = Rp 100.000,00
3. Kebutuhan tenaga kerja durasi normal (S_n)
 - a. Pekerja = 9 orang
 - b. Tukang Kayu = 5 orang
 - c. Kepala Tukang = 1 orang
 - d. Mandor = 1 orang
4. Kebutuhan tenaga durasi *crash* perhari (S_c) = (volume x koef)/Dc
 - a. Pekerja = 11,300 \approx 12 orang
 - b. Tukang Kayu = 5,650 \approx 6 orang
 - c. Kepala Tukang = 0,565 \approx 1 orang
 - d. Mandor = 0,565 \approx 1 orang
5. Penambahan tenaga kerja per hari = $S_c - S_n$
 - a. Pekerja = 12 - 9 = 3 orang
 - b. Tukang Kayu = 6 - 5 = 1 orang
 - c. Kepala Tukang = 1 - 1 = 0 orang
 - d. Mandor = 1 - 1 = 0 orang
6. Biaya penambahan upah tenaga kerja (X) = $S_c \times$ Upah harian
 - a. Pekerja = 12 x Rp 75.000,00 = Rp 900.000,00
 - b. Tukang Kayu = 6 x Rp 85.000,00 = Rp 510.000,00
 - c. Kepala Tukang = 1 x Rp 90.000,00 = Rp 90.000,00
 - d. Pekerja = 1 x Rp 100.000,00 = $\frac{100.000,00}{\text{Rp 1.600.000,00}}$ +

$$\begin{aligned}
 7. \text{ Total biaya tambah tenaga kerja} &= \Sigma X \times \text{durasi } \textit{crash} \\
 &= \text{Rp } 1.600.000,00 \times 5 \\
 &= \text{Rp } 8.000.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \textit{Cost Slope} \text{ (Rp/jam)} &= \frac{\textit{Crash cost} - \textit{normal cost}}{\textit{normal duration} - \textit{crash duration}} \\
 &= \frac{\text{Rp } 8.000.000,00 - \text{Rp } 7.175.763,14}{7-5} \\
 &= \text{Rp } 412.118,43
 \end{aligned}$$

Dengan cara perhitungan yang sama untuk hasil analisis percepatan dengan penambahan tenaga kerja pada pekerjaan-pekerjaan yang berada pada lintasan kritis lainnya dapat dilihat pada Lampiran 10.

Tabel 5.9 Rekapitulasi Waktu dan Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja

| No | Kode Pek | Uraian Pekerjaan | Alternatif | | | | | |
|----|----------|---------------------------------------------------------------------------|-------------|------------------|-------------|------------------|--------------|----------------------------|
| | | | Normal | | Crashing | | | |
| | | | Durasi (Dn) | Biaya (Cn) | Durasi (Dc) | Biaya (Cc) | di = Dn - Dc | Cost Slope = (Cc - Cn)/ di |
| 1 | 14 | Cor Lantai Kerja/Rabat Lantai Semi Basement Tebal 70 mm (Lantai Basement) | 21 | Rp 47.561.730,21 | 14 | Rp 49.700.000,00 | 7 | Rp 305.467,11 |
| 2 | 50 | Bekisting Pit Lift 4 (Lantai Basement) | 7 | Rp 4.523.458,94 | 5 | Rp 5.275.000,00 | 2 | Rp 375.770,53 |
| 3 | 67 | Pembesian plat lantai A9 t = 300 mm (Lantai Basement) | 7 | Rp 3.038.870,58 | 5 | Rp 4.150.000,00 | 2 | Rp 555.564,71 |
| 4 | 134 | Bekisting Plat Tangga 4 (Lantai Basement) | 7 | Rp 1.911.096,00 | 5 | Rp 3.300.000,00 | 2 | Rp 694.452,00 |
| 5 | 206 | Bongkaran Bekisting Balok dan Plat Lantai (Lantai Dasar) | 7 | Rp 67.093,33 | 5 | Rp 875.000,00 | 2 | Rp 403.953,33 |
| 6 | 273 | Bekisting plat tangga 5 (Lantai Dasar) | 7 | Rp 1.654.048,00 | 5 | Rp 2.925.000,00 | 2 | Rp 635.476,00 |
| 7 | 356 | Cor Balok dan Plat Lantai (Lantai 1) | 7 | Rp 5.178.211,87 | 5 | Rp 5.975.000,00 | 2 | Rp 398.394,07 |
| 8 | 425 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 1) | 7 | Rp 666.710,13 | 5 | Rp 1.750.000,00 | 2 | Rp 541.644,93 |
| 9 | 503 | Bekisting plat lantai A6 t = 150 mm (Lantai 2) | 7 | Rp 6.463.125,50 | 5 | Rp 7.625.000,00 | 2 | Rp 580.937,25 |
| 10 | 560 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 2) | 7 | Rp 666.710,13 | 5 | Rp 1.750.000,00 | 2 | Rp 541.644,93 |

Lanjutan **Tabel 5.9** Rekapitulasi Waktu dan Biaya Percepatan dengan Penambahan Tenaga Kerja

| No | Kode Pek | Uraian Pekerjaan | Alternatif | | | | | |
|----------------------------------|----------|---------------------------------------------------|-------------|-----------------|-------------|-----------------|--------------|-----------------------------|
| | | | Normal | | Crashing | | | |
| | | | Durasi (Dn) | Biaya (Cn) | Durasi (Dc) | Biaya (Cc) | di = Dn - Dc | Cost Slope = (Cc - Cn) / di |
| 11 | 622 | Bekisting plat lantai A4 t = 150 mm (Lantai 3) | 7 | Rp 592.188,30 | 5 | Rp 1.750.000,00 | 2 | Rp 578.905,85 |
| 12 | 669 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 3) | 7 | Rp 666.710,13 | 5 | Rp 1.750.000,00 | 2 | Rp 541.644,93 |
| 13 | 703 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 4) | 7 | Rp 4.021.893,15 | 5 | Rp 5.275.000,00 | 2 | Rp 626.553,43 |
| 14 | 750 | Pembesian plat tangga 5 (Lantai 4) | 7 | Rp 666.710,13 | 5 | Rp 1.750.000,00 | 2 | Rp 541.644,93 |
| 15 | 784 | Bekisting plat lantai A8 t = 100 mm (Lantai 5) | 7 | Rp 4.021.893,15 | 5 | Rp 5.275.000,00 | 2 | Rp 626.553,43 |
| 16 | 818 | Bekisting Shear Wall 4 (Lantai 5) | 7 | Rp 4.538.096,64 | 5 | Rp 5.275.000,00 | 2 | Rp 368.451,68 |
| 17 | 875 | Bekisting plat lantai A3 t = 120 mm (Lantai Atap) | 7 | Rp 7.175.763,14 | 5 | Rp 8.000.000,00 | 2 | Rp 412.118,43 |
| Jumlah Slope Tambah Tenaga Kerja | | | | | | | 39 | Rp 8.729.177,54 |

5.7 ANALISIS BIAYA LANGSUNG DAN TIDAK LANGSUNG

5.7.1 Pekerjaan Normal dan Biaya Normal

Pekerjaan normal merupakan pekerjaan yang sesuai dengan perencanaan dan data lapangan. Untuk menentukan koefisien biaya langsung (*direct cost*) bahan dan upah dibutuhkan data rencana anggaran biaya dari pekerjaan normal. Koefisien biaya bahan dan upah digunakan untuk mencari *direct cost* biaya bahan dan upah pada pekerjaan ini. Sebelum menghitung koefisien biaya bahan dan upah dicari terlebih dahulu harga satuan pekerjaan. Berikut hasil perhitungan harga satuan pekerjaan berdasarkan Standarisasi Harga Barang dan Jasa Pemerintah Kabupaten Bantul 2017 dan koefisien berdasarkan SNI 7394:2008. Perhitungan upah dan bahan berdasarkan hasil dari koefisien pekerjaan dikali dengan harga satuan ditunjukkan pada Tabel 5.10 berikut.

Tabel 5.10 Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bekisting Plat Lantai A3 t = 120 mm

| Uraian | Koef | Vol Pek | Satuan | Harga | Upah | Bahan | Total |
|---------------------------|--------|---------|----------------|---------------|--------------|---------------|---------------|
| Bahan | | 85,61 | m ² | | | | |
| Kayu 8/12 glugu | 0,11 | | m ³ | Rp 21.000,00 | | Rp 2.400,00 | |
| Kayu rangka bekisting 5/7 | 0,05 | | m ³ | Rp 9.000,00 | | Rp 437,50 | |
| Multiplex 2400x1200x12mm | 2,89 | | lbr | Rp 161.000,00 | | Rp 465.856,48 | |
| Minyak bekisting | 0,08 | | ltr | Rp 20.000,00 | | Rp 1.500,00 | |
| Paku | 2,50 | | kg | Rp 15.000,00 | | Rp 37.500,00 | |
| Tenaga | indeks | | | | | | |
| Pekerja | 0,660 | | OH | Rp 75.000,00 | Rp 49.500,00 | | |
| Tukang Kayu | 0,330 | | OH | Rp 85.000,00 | Rp 28.050,00 | | |
| Kepala Tukang | 0,033 | | OH | Rp 90.000,00 | Rp 2.970,00 | | |
| Mandor | 0,033 | | OH | Rp 100.000,00 | Rp 3.300,00 | | |
| Biaya Bahan dan Upah | | | | | Rp 83.820,00 | Rp 507.693,98 | Rp 591.513,98 |

Catatan: Proyek dikerjakan secara swakelola sehingga tidak menghitung *overhead* dan *profit*.

Berdasarkan perhitungan harga satuan pekerjaan pekerjaan bekisting plat lantai A3 t = 120 mm, didapat hasil sebagai berikut:

1. Volume pekerjaan : 85,61 m²
2. Biaya bahan : Rp 507.693,98

3. Biaya upah : Rp 83.820,00
 4. Biaya bahan dan upah : Rp 591.513,98

Dari hasil perhitungan diatas dapat diketahui biaya langsung yang dikeluarkan adalah sebesar Rp 591.513,98 sehingga koefien biaya langsung bahan dan upah dapat dihitung dengan.

1. Koefisien bahan $= \frac{\text{Biaya bahan}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp } 507.693,98}{\text{Rp } 591.513,98} = 0,80$
 2. Koefisien upah $= \frac{\text{Biaya upah}}{\text{Biaya upah dan bahan}} = \frac{\text{Rp } 83.820,00}{\text{Rp } 591.513,98} = 0,20$

Setelah mendapatkan nilai koefisien bahan dan upah, pada perhitungan selanjutnya dapat dicari total *normal cost* bahan pada pekerjaan bekisting plat lantai A6 t = 150 mm.

1. Biaya langsung
- a. *Normal cost* bahan = volume x biaya upah dan bahan x koef bahan
 = 85,61 x Rp 591.513,98 x 0,80
 = Rp 40.511.230,99
 - b. *Normal cost* upah = volume x biaya upah dan bahan x koef upah
 = 85,61 x Rp 591.513,98 x 0,20
 = Rp 10.127.807,75
 - c. *Direct cost* = *Normal cost* bahan + *Normal cost* upah
 = Rp 40.511.230,99 + Rp 10.127.807,75
 = Rp 50.639.038,74

Dengan cara perhitungan yang sama untuk mencari biaya langsung (*direct cost*) pada tiap pekerjaan lainnya dapat dilihat pada Lampiran 13. Sehingga didapatkan bahwa total *direct cost* sebesar Rp 9.029.060.749,93.

Perhitungan nilai total biaya langsung (*direct cost*) bahan dan upah tenaga dapat dicari dengan cara sebagai berikut.

1. Total Biaya *Direct cost* = Rp 9.029.060.749,93
- a. Total Biaya bahan = Total biaya *direct cost* x koefisien bahan
 = Rp 9.029.060.749,93 x 0,80
 = Rp 7.223.248.599,94

$$\begin{aligned}
 \text{b. Total Biaya upah} &= \text{Total biaya } \textit{direct cost} \times \text{ koefisien upah} \\
 &= \text{Rp } 9.029.060.749,93 \times 0,20 \\
 &= \text{Rp } 1.805.812.149,99
 \end{aligned}$$

Setelah mendapatkan total biaya bahan dan upah, langkah selanjutnya adalah mencari nilai *overhead*. Biaya *overhead* adalah biaya yang dikeluarkan secara tidak langsung seperti biaya listrik, operasional, dan lain-lain. Pada proyek Pembangunan Rumah Sakit UII untuk durasi normal adalah 7jam/hari dan bekerja setiap hari.

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Overhead per bulan} &= \text{Rp } 25.000.000,- \text{ (data proyek)} \\
 2. \text{ Overhead per hari} &= \text{Overhead} / 30 \\
 &= \text{Rp } 25.000.000,00 / 30 \\
 &= \text{Rp } 833.333,33 \\
 3. \text{ Overhead durasi normal} &= \text{Overhead per hari} \times \text{durasi normal} \\
 &= \text{Rp } 833.333,33 \times 320 \\
 &= \text{Rp } 266.666.666,67
 \end{aligned}$$

5.7.2 Pekerjaan Percepatan dan Biaya Percepatan

Pada pekerjaan percepatan (*crashing*) proyek dikerjakan dengan lebih cepat sehingga durasi yang dikerjakan lebih pendek dibandingkan dengan pekerjaan normal. Proses *crashing* yang dilakukan pada penelitian ini adalah dengan menambahkan tenaga kerja dan jam kerja. Karena proses *crashing* menambahkan tenaga kerja dan jam kerja maka upah yang dikeluarkan akan lebih banyak sehingga biaya langsung (*direct cost*) meningkat, maka sebaliknya karena durasi setelah dilakukan *crashing* berubah lebih singkat maka pengeluaran biaya tidak langsung (*indirect cost*) lebih kecil.

Pada perhitungan *crashing* dengan menambahkan jam kerja (lembur) didapatkan biaya tambahan sebesar Rp 38.362.899,75 sedangkan pada perhitungan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan biaya tambahan sebesar Rp 8.729.177,54. Biaya upah tambahan tersebut berpengaruh terhadap biaya langsung (*direct cost*) sehingga biaya langsung yang dikeluarkan lebih banyak.

Pada perhitungan *crashing* dengan menambahkan jam kerja didapatkan durasi proyek selama 299 hari, selisih 21 hari dengan pekerjaan normal dengan durasi 320 hari. Sedangkan pada perhitungan *crashing* dengan menambahkan tenaga kerja didapatkan durasi proyek selama 281 hari, selisih 39 hari dibandingkan dengan pekerjaan normal dengan durasi 320. Perbedaan durasi ini cukup signifikan sehingga ada kemungkinan jika proyek yang dipercepat lebih efisien dibandingkan pekerjaan normal.

1. Biaya langsung (*direct cost*)

a. *Crashing* dengan menambah jam kerja

$$\begin{aligned} &= \text{biaya langsung} + \text{biaya langsung penambahan jam kerja} \\ &= \text{Rp } 9.029.060.749,93 + \text{Rp } 38.362.899,75 \\ &= \text{Rp } 9.067.423.649,68 \end{aligned}$$

b. *Crashing* dengan menambah tenaga kerja

$$\begin{aligned} &= \text{biaya langsung} + \text{biaya langsung penambahan tenaga kerja} \\ &= \text{Rp } 9.029.060.749,93 + \text{Rp } 8.729.177,54 \\ &= \text{Rp } 9.037.789.927,47 \end{aligned}$$

2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*)

a. *Crashing* dengan menambah jam kerja

$$\begin{aligned} &= \text{Durasi} \times \text{overhead per hari} \\ &= 299 \times \text{Rp } 833.333,33 \\ &= \text{Rp } 249.166.666,67 \end{aligned}$$

b. *Crashing* dengan menambah tenaga kerja

$$\begin{aligned} &= \text{Durasi} \times \text{overhead per hari} \\ &= 281 \times \text{Rp } 833.333,33 \\ &= \text{Rp } 234.166.666,67 \end{aligned}$$

3. Total biaya proyek normal dan setelah *crashing*

a. Total biaya pekerjaan normal

$$\begin{aligned} &= \text{direct cost} + \text{indirect cost} \\ &= \text{Rp } 9.029.060.749,93 + \text{Rp } 266.666.666,67 \\ &= \text{Rp } 9.295.727.416,59 \end{aligned}$$

- b. Total biaya *crashing* dengan menambah jam kerja
 = *direct cost* + *indirect cost*
 = Rp9.067.423.649,68 + Rp 249.166.666,67
 = Rp 9.316.590.316,35
- c. Total biaya *crashing* dengan menambah tenaga kerja
 = *direct cost* + *indirect cost*
 = Rp 9.037.789.927,47 + Rp 234.166.666,67
 = Rp 9.271.956.594,13

5.8 REKAPITULASI WAKTU DAN BIAYA PROYEK

Untuk memberikan gambaran yang jelas mengenai perbandingan waktu dan biaya hasil analisis waktu dan biaya yang dilakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja ditunjukkan pada Tabel 5.11 berikut.

Tabel 5.11 Perbandingan Waktu dan Biaya Normal dan *Crashing*

| Kegiatan | Durasi (hari) | <i>Direct Cost</i> | <i>Indirect Cost</i> | <i>Total Cost</i> | Rasio |
|---------------------|---------------|---------------------|----------------------|---------------------|-------|
| Normal | 320 | Rp 9.029.060.749,93 | Rp 266.666.666,67 | Rp 9.295.727.416,59 | 1,000 |
| Tambah Jam Kerja | 299 | Rp 9.067.423.649,68 | Rp 249.166.666,67 | Rp 9.316.590.316,35 | 1,002 |
| Tambah Tenaga Kerja | 281 | Rp 9.037.789.927,47 | Rp 234.166.666,67 | Rp 9.271.956.594,13 | 0,997 |

5.9 PEMBAHASAN

5.9.1 Analisis Waktu dan Biaya Proyek Normal

Pada saat dilakukan penelitian, proyek Pembangunan Rumah Sakit UII tidak mempunyai jaringan kerja berupa *Precedence Diagram Method* (PDM). Dimana pihak swakelola hanya memiliki Rencana Anggaran Biaya (RAB), *time schedule* berupa diagram batang (*bar chart*) dan kurva S. Langkah awal analisis adalah dengan membuat diagram jaringan kerja berupa *Precedence Diagram Method* (PDM) menggunakan durasi normal pekerjaan yang dimulai pada tanggal 1 Juni 2016, dan semua kegiatan dijadwalkan kemudian dilakukan urutan logis kegiatan berdasarkan *bar chart* yang dibuat oleh pihak swakelola dari Yayasan Badan Wakaf UII. Pembuatan jaringan PDM seperti pada lembar Lampiran 7

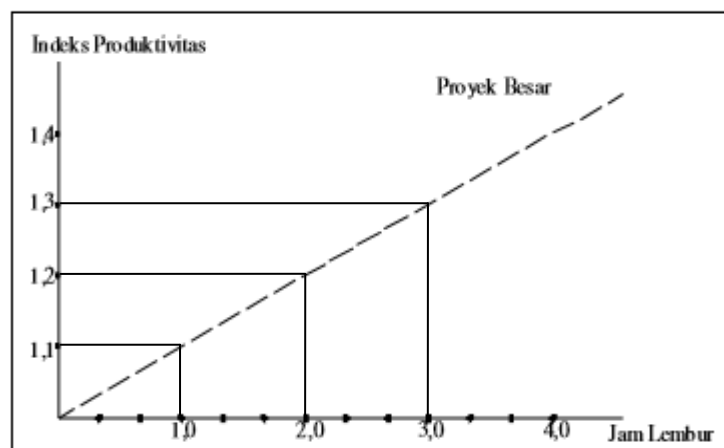
menggunakan *Software MS. Project 2016*, dari jaringan PDM ini diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan kondisi normal pekerjaan selama 320 hari, selesai pada tanggal 30 April 2017. Dari hasil jaringan kerja PDM pekerjaan normal juga diperoleh kegiatan-kegiatan yang kritis, yang membentuk sebuah lintasan kritis (*critical path*) dengan total biaya pada pekerjaan normal pada Tabel 5.11 sebesar Rp 9.295.727.416,59 terdiri dari:

1. Biaya langsung (*direct cost*) : Rp 9.029.060.749,93
2. Biaya tidak langsung (*indirect cost*) : Rp 266.666.666,67

5.9.2 Indeks Produktivitas Akibat Percepatan Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja

5.9.2.1 Pengaruh Penambahan Jam Kerja Terhadap Produktivitas

Percepatan dengan kerja penambahan jam kerja menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, jika jumlah jam per hari dan hari per minggu bertambah yang ditunjukkan pada Gambar 5.5 berikut.

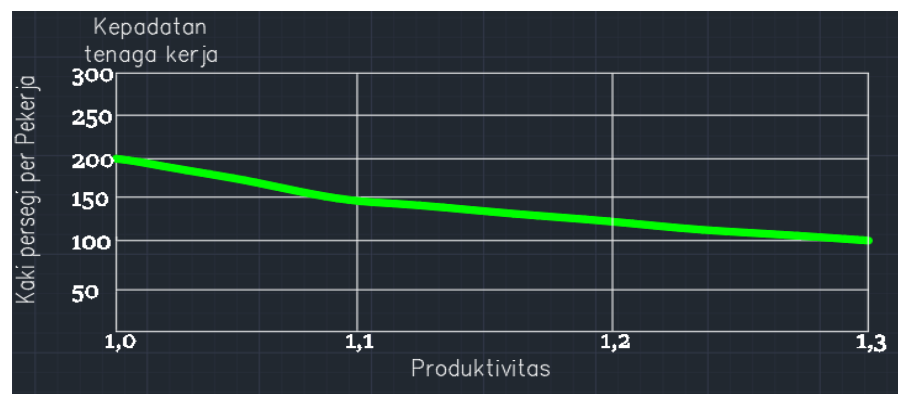


Gambar 5.5 Indikasi Penurunan Produktivitas Karena Kerja Lembur
(Sumber: Soeharto, 1995)

Perhitungan efektifitas penambahan jam kerja pada penelitian ini belum ada penelitian lapangan secara langsung maka perhitungan dilakukan dengan asumsi efektifitas tenaga kerja seperti terlihat pada Gambar 5.5. Hasil analisis untuk percepatan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dengan nilai efektifitas kerja (e) yaitu sebesar 84% dengan penurunan produktivitas sebesar 16% untuk setiap tenaga kerja per hari.

5.9.2.2 Pengaruh Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Produktivitas

Percepatan dengan kerja penambahan tenaga kerja menunjukkan indikasi penurunan produktivitas, jika makin tinggi jumlah tenaga kerja tenaga kerja per area atau makin turun luas area per tenaga kerja, maka makin sibuk kegiatan per area yang menyebabkan penurunan produktivitas. Gambar 5.6 merupakan hasil penelitian untuk proyek-proyek berukuran sedang ke atas di USA dengan titik optimal 200 ft²/tenaga kerja dengan indeks produktivitas maksimal =1, jika makin padat 150 ft²/tenaga kerja atau 100 ft²/tenaga kerja, maka produktivitasnya akan menurun ditunjukkan pada Gambar 5.6 berikut.



Gambar 5.6 Kepadatan Tenaga Kerja dengan Produktivitas

(Sumber: Soeharto, 1995)

Perhitungan efektifitas dengan penambahan tenaga kerja pada pada penelitian ini akan menurun jika terjadi kepadatan area kerja per tenaga kerja. Perhitungan efektifitas tenaga kerja dengan penambahan tenaga kerja menggunakan Gambar 5.6 karena belum ada penelitian tentang pengaruh penurunan produktivitas dengan dengan kepadatan luas area pekerjaan per tenaga kerja untuk proyek-proyek berukuran sedang ke atas di Indonesia, maka dasar kepadatan yang ideal adalah luas area per tenaga kerja pada kondisi normal dan penurunan produktivitas tenaga kerja diasumsikan 2 kali penambahan orang maka luas area kerja per tenaga kerja akan semakin padat 2 kali lipat dari kondisi normal. Hasil analisis untuk percepatan penambahan tenaga kerja dengan nilai efektifitas kerja (e) yaitu sebesar 77% dengan penurunan produktivitas sebesar 16% untuk setiap tenaga kerja per hari.

5.9.3 Analisis Percepatan Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja

5.9.3.1 Analisis Waktu dan Biaya Penambahan Jam Kerja

Percepatan *durasi crash* diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan melakukan lembur dari (7 jam kerja normal + 3 jam kerja lembur) yaitu 299 hari atau dipercepat 21 hari dari durasi normal, selesai pada tanggal 9 April 2017 menggunakan *Software Ms. Project 2016* untuk hasil *crashing* durasi penambahan jam kerja (lembur) dapat dilihat pada Lampiran 11.

Biaya *crash* pada penambahan jam kerja (lembur) untuk upah tenaga kerja yang dikeluarkan akibat adanya kerja lembur 3 jam perhari selama 21 hari adalah sebesar Rp 30.597.678,95 namun akibat adanya kerja lembur ini menyebabkan muncul biaya-biaya lain diluar upah tenaga kerja yaitu seperti biaya operasional lapangan dan manajemen proyek sebesar Rp 7.765.220,80 penambahan biaya akibat kerja lembur ini karena pekerjaan dilakukan pada malam hari sehingga membutuhkan biaya operasional lapangan (penerangan pada malam hari) agar membantu pekerja dalam keterbatasan pandangan pada malam hari dan biaya manajemen proyek yang bekerja untuk mengontrol jalannya pekerjaan pada saat dilakukan lembur, total biaya untuk percepatan dengan jam kerja lembur adalah sebesar Rp. 38.362.899,75.

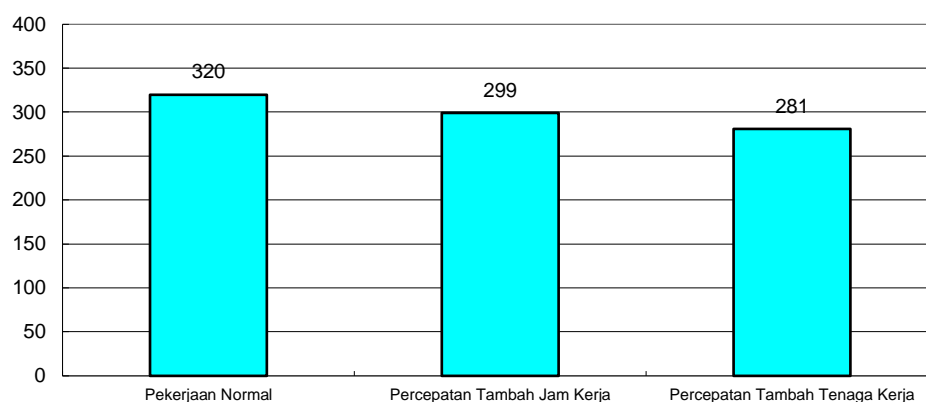
Dampak atau pengaruh dari perubahan waktu dan biaya sebelum dilakukan percepatan proyek dibandingkan dengan ketika proyek dipercepat dengan penambahan jam kerja (lembur) ialah naiknya biaya langsung (*direct cost*) proyek yang semula hanya Rp 9.029.060.749,93 menjadi Rp 9.067.423.649,68 atau naik sebesar 0,4%, sebaliknya karena durasi dipercepat selama 21 hari dari durasi normal menyebabkan turunnya biaya tidak langsung (*direct cost*) yang semula Rp 266.666.666,67 menjadi Rp 249.166.666,67 atau sebesar turun sebesar 6,6% sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek yang semula hanya Rp 9.295.727.416,59 naik menjadi Rp 9.316.590.316,35 atau naik sebesar 0,2% dari biaya total proyek.

5.9.3.2 Analisis Waktu dan Biaya Penambahan Tenaga Kerja

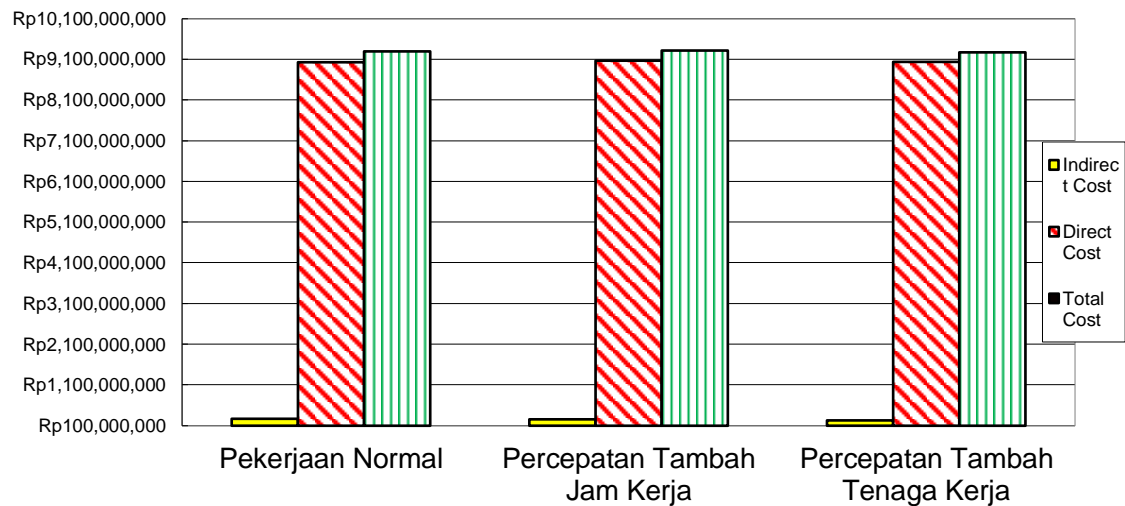
Percepatan *durasi crash* diperoleh waktu penyelesaian proyek dengan melakukan penambahan tenaga kerja yaitu 281hari atau dipercepat 39 hari dari durasi normal, selesai pada tanggal 22 Maret 2017 menggunakan *Software Ms. Project 2016* untuk hasil *crashing* durasi penambahan tenaga kerja dapat dilihat pada Lampiran 12.

Biaya *crash* pada penambahan tenaga kerja untuk upah tenaga kerja yang dikeluarkan akibat adanya penambahan tenaga kerja selama 39 hari adalah sebesar Rp 8.729.177,54. Dampak atau pengaruh dari perubahan waktu dan biaya sebelum dilakukan percepatan proyek dibandingkan dengan ketika proyek dipercepat dengan penambahan tenaga kerja ialah naiknya biaya langsung (*direct cost*) proyek yang semula hanya Rp 9.029.060.749,93 menjadi Rp 9.037.789.927,47 atau naik sebesar 0,1%, sebaliknya karena durasi dipercepat selama 39 hari dari durasi normal menyebabkan turunnya biaya tidak langsung (*direct cost*) yang semula Rp 266.666.666,67 menjadi Rp 234.166.666,67 atau sebesar turun sebesar 12,2% sehingga berpengaruh terhadap biaya total proyek yang semula hanya Rp 9.295.727.416,59 turun menjadi Rp 9.271.956.594,13 atau turun sebesar 0,3% dari biaya total proyek.

5.9.3.3 Perbandingan Waktu dan Biaya Normal dan Percepatan



Gambar 5.7 Perbandingan Durasi Pekerjaan



Gambar 5.8 Perbandingan *Cost* Pekerjaan

5.9.4 Perbandingan Analisis Waktu dan Biaya Penelitian Dengan Tinjauan Pustaka

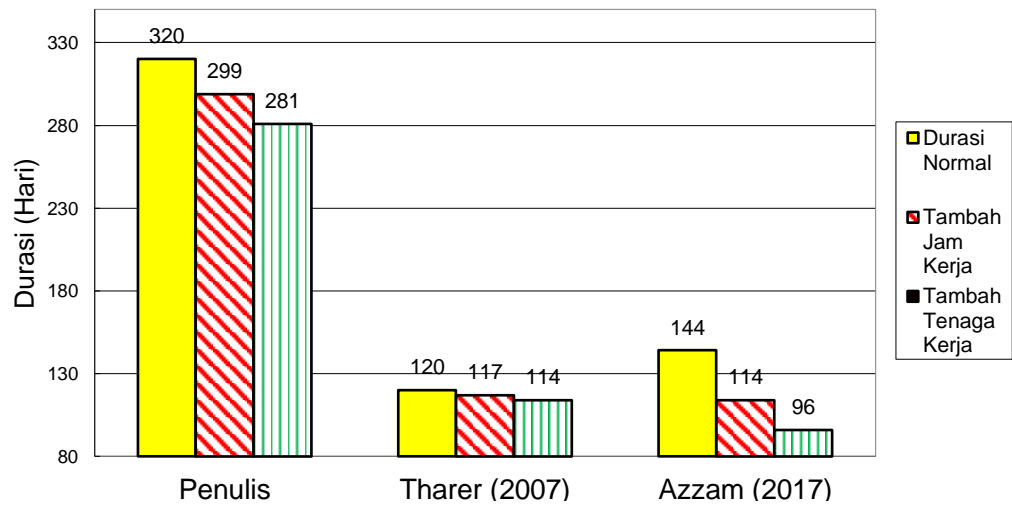
Untuk memberikan gambaran mengenai perbandingan hasil analisis waktu dan biaya penelitian ini dengan tinjauan pustaka yang melakukan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam dan penambahan tenaga kerja ditunjukkan pada Tabel 5.12 dan Tabel 5.13 berikut.

Tabel 5.12 Perbandingan Waktu Normal dan *Crashing* Penelitian dengan Tinjauan Pustakan

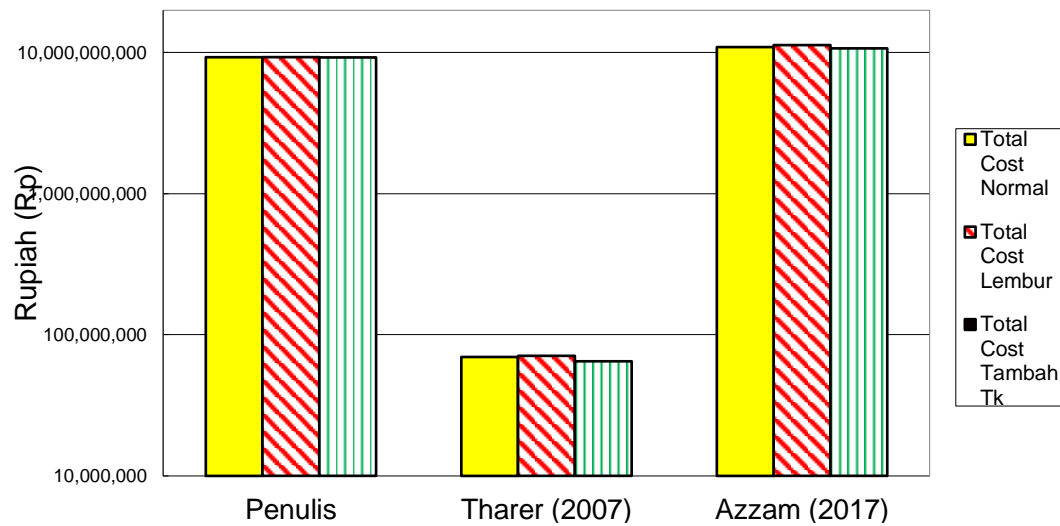
| Durasi (Hari) | Penulis | Tharer (2007) | Azzam (2017) |
|-------------------------------------------------------|---------|---------------|--------------|
| Pekerjaan Normal (A) | 320 | 120 | 144 |
| Tambah Jam Kerja (B) | 299 | 117 | 114 |
| Selisih Durasi Tambah Jam Kerja (C) = (A) – (B) | 21 | 3 | 30 |
| Tambah Tenaga Kerja (D) | 281 | 114 | 96 |
| Selisih Durasi Tambah Tenaga Kerja (E) = (A) – (D) | 39 | 6 | 48 |

Tabel 5.13 Perbandingan Biaya Normal dan *Crashing* Penelitian dengan Tinjauan Pustakan

| Biaya Pekerjaan | Penulis | Tharer (2007) | Azzam (2017) |
|--------------------------|---------------------|------------------|----------------------|
| Pekerjaan Normal (Rp) | | | |
| <i>Total Cost</i> | Rp 9.295.727.416,59 | Rp 69.728.763,08 | Rp 11.000.000.000,00 |
| Rasio | 1,000 | 1,000 | 1,000 |
| Tambah Jam Kerja (Rp) | | | |
| <i>Total Cost</i> | Rp 9.316.493.591,55 | Rp 70.983.100,89 | Rp 11.343.275.508,09 |
| Rasio | 1,002 | 1,018 | 1,031 |
| Tambah Tenaga Kerja (Rp) | | | |
| <i>Total Cost</i> | Rp 9.271.956.594,13 | Rp 64.927.742,57 | Rp 10.752.791.720,46 |
| Rasio | 0,997 | 0,931 | 0,978 |



Gambar 5.9 Perbandingan Waktu Normal dan *Crashing* Penelitian dengan Tinjauan Pustaka



Gambar 5.10 Perbandingan Biaya Normal dan *Crashing* Penelitian dengan Tinjauan Pustaka

5.9.5 Percepatan Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja Terhadap Kondisi Lapangan

Berdasarkan data perencanaan *time schedule* Proyek Rumah Sakit UII diperoleh waktu penyelesaian pekerjaan struktur dengan kondisi normal adalah 320 hari (selesai pada Tanggal 30 April 2017) namun pada realisasi pelaksanaannya berdasarkan data prestasi mingguan, pekerjaan struktur pada Proyek Rumah Sakit UII baru dapat diselesaikan pada Tanggal 4 Juni 2017 dengan mengalami keterlambatan waktu penyelesaian yaitu 35 hari dari durasi normal 320 hari menjadi 355 hari.

Pada percepatan dengan dengan penambahan jam kerja (lembur) 3 jam per hari didapatkan pengurangan durasi selama 21 hari dari durasi realisasi dilapangan yaitu 355 hari menjadi 341 hari, hal ini menyebabkan percepatan dengan dengan penambahan jam kerja masih mengalami keterlambatan penyelesaian proyek yaitu selama 14 hari dari durasi normal pekerjaan.

Pada percepatan dengan dengan penambahan tenaga kerja didapatkan pengurangan durasi selama 39 dari durasi realisasi dilapangan yaitu 355 hari menjadi 316 hari, maka dengan percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja dapat dipercepat 4 hari dari durasi normal.

Tabel 5.14 Rekapitulasi Durasi Rencana dan Realisasi Lapangan

| No | Kegiatan | Waktu Penyelesaian (Hari) | | | δ (hari) | Keterangan |
|----|------------------|---------------------------|-----------|--------------|-----------------|-----------------|
| | | Rencana | Realisasi | <i>Crash</i> | | |
| 1 | Kondisi Lapangan | 320 | 355 | - | -35 | Terlambat |
| 2 | Tambah Jam Kerja | 320 | 341 | 299 | -14 | Terlambat |
| 3 | Tambah Tenaga | 320 | 316 | 281 | 4 | Tidak Terlambat |

5.9.6 Implikasi Penambahan Jam Kerja dan Penambahan Tenaga Kerja

5.9.6.1 Penambahan Jam Kerja

Pada pekerjaan percepatan dengan penambahan jam kerja (lembur) produktivitas tenaga kerja akan mengalami penurunan yang disebabkan oleh kelelahan pekerjaan, keterbatasan pandangan pada malam hari, serta keadaan cuaca yang dingin. Biaya pada percepatan ini akan mengalami kenaikan untuk upah tenaga kerja serta akan muncul biaya-biaya lain diluar upah tenaga kerja yaitu seperti biaya operasional lapangan dan manajemen proyek, penambahan biaya akibat kerja lembur ini karena pekerjaan dilakukan pada malam hari sehingga membutuhkan biaya operasional lapangan (penerangan pada malam hari) agar membantu pekerja dalam keterbatasan pandangan pada malam hari dan biaya manajemen proyek yang bekerja untuk mengontrol jalannya pekerjaan pada saat dilakukan lembur. Dampak dari pengaruh perubahan waktu dan biaya akibat dilakukan percepatan selama 21 hari mengalami kenaikan biaya total pekerjaan sebesar 0,2% dari biaya total pada pekerjaan normal.

5.9.6.2 Penamabahan Tenaga Kerja

Pada pekerjaan percepatan dengan penambahan tenaga kerja produktivitas tenaga kerja akan mengalami penurunan yang disebabkan oleh kepadatan luas area kerja per tenaga kerja, pada penelitian ini diasumsikan penambahan tenaga kerja diasumsikan 2 kali penambahan orang maka luas area kerja per tenaga kerja semakin padat. Dampak dari pengaruh perubahan waktu dan biaya akibat dilakukan percepatan selama 39 hari mengalami penurunan 0,3% dari biaya total pada pekerjaan normal

Pada pekerjaan percepatan dengan penambahan tenaga kerja mempunyai kelemahan yaitu sumber daya yang terbatas karena ketersediannya yang memang

langka yang dapat membuat masalah besar bagi proyek karena dapat mempengaruhi lamanya durasi proyek. Makin sedikit jumlah ketersediaan tenaga kerja maka durasi proyek akan semakin lama karena banyak kegiatan yang tidak dapat dilakukan karena kurangnya sumber daya yang menyebabkan kerugian bagi proyek dengan adanya sanksi dari pemilik proyek berupa denda atau pemutusan hubungan sepihak karena adanya keterlambatan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis percepatan dengan menambah tenaga kerja (*resource*) dan menambah jam kerja (lembur) pada Proyek Pembangunan Rumah Sakit UII dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Total Biaya pekerjaan percepatan (*crashing*) dengan penambahan jam kerja (lembur) selama 3 jam didapat penambahan biaya sebesar Rp 20.862.899,75 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 9.295.727.416,59 menjadi Rp 9.316.590.316,35 atau naik 0,2% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangan durasi pekerjaan waktu selama 21 hari dari waktu normal 320 hari menjadi 299 hari.
2. Total Biaya pekerjaan percepatan (*crashing*) dengan penambahan tenaga kerja (*resource*) didapatkan pengurangan biaya sebesar Rp 23.770.822,46 dari total biaya pekerjaan normal yang jumlahnya sebesar Rp 9.295.727.416,59 menjadi Rp 9.217.956.594,13 atau turun 0,3% dari total biaya pekerjaan normal dengan pengurangan durasi pekerjaan waktu selama 39 hari dari waktu normal 320 hari menjadi 281 hari.
3. Dari perhitungan percepatan waktu dan biaya proyek didapat hasil *crash* yang optimum adalah percepatan penambahan tenaga kerja dengan pengurangan durasi 39 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 281 hari) dan biaya lebih kecil 0,3% dari total biaya proyek normal, sedangkan dengan penambahan jam kerja dengan pengurangan durasi 21 hari (waktu penyelesaian proyek proyek menjadi 299 hari) tetapi ada penambahan biaya lebih besar 0,2% dari total biaya proyek normal.
4. Pada percepatan durasi dengan penambahan tenaga kerja terhadap durasi realisasi dilapangan dapat dipercepat 4 hari durasi normal, sedangkan dengan penambahan jam kerja (lembur) masih mengalami keterlambatan 14 dari durasi normal.

6.2 SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disarankan sebagai berikut.

1. Pihak swakelola sebaiknya lebih meningkatkan sumber daya manusia yang ada sehingga kinerja proyek dapat selesai tepat waktu.
2. Bagi peneliti selanjutnya untuk percepatan durasi proyek dengan penambahan jam kerja perhitungan penurunan produktivitas tenaga kerja dapat dilakukan penelitian lapangan secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzam, Ahmad S. (2017). Analisis Percepatan Proyek Pembangunan *Java Vilage Resort* Dengan Menambahkan Tenaga Kerja Dan Jam Kerja (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Ervianto. Wulfram. (2005). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Andi. Yogyakarta.
- Faisol. (2016). Bahan Kuliah Penjadwalan Perencanaan dan Pengendalian Proyek (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Frederika, Ariany. (2010). Analisis Percepatan Dengan Menambah Jam Kerja Optimum Pada Proyek Konstruksi. (Tidak Diterbitkan). Universitas Udayana. Bali.
- Hariyanto, (2003). Perencanaan Waktu dan Biaya Proyek Konstruksi Dengan Metode *Trade Off* (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Husen. Abrar. (2009). *Manajemen Proyek Perencanaan, Penjadwaan, dan Pengendalian Proyek*. Andi. Yogyakarta.
- Ilmusipil.com. (2009). Manfaat Atau Kegunaan Kurva S Dalam Proyek Konstruksi. (Online). (www.ilmusipil.com/manfaat-atau-kegunaan-kurva-s-dalam-proyek-konstruksi). Diakses 28 Juni 2017).
- Keputusan Menteri Pekerjaan Umum No. 11/PRT/M/2013 tentang Pedoman Analisis Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Jakarta.

Keputusan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia No. 102/Men/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur. Jakarta.

Mesaah, dkk (2013). Kajian Penyebab Keterlambatan Pelaksanaan Proyek Konstruksi Gedung. *Jurnal Teknik Sipil*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Nusa Cendana, Kupang.

Nurhayati. (2010). *Manajemen Proyek*. Graha Ilmu. Yogyakarta.

Peraturan Bupati Bantul No. 94. (2017). Standarisasi Harga Barang dan Jasa Pemerintah Kabupaten Bantul. Bantul.

SNI 7394:2008 Tata Cara Perhitungan Harga Satuan Pekerjaan Beton Untuk Konstruksi Bangunan dan Perumahan. BSN, Jakarta.

Soeharto, Iman. (1995). *Manajemen Proyek Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga. Jakarta.

Thaher, Syafrizal. (2007). Evaluasi Waktu Dan Biaya Dengan Metode *Crashing* Pada Proyek Pembangunan Dermaga Tembilahan. *Tugas Akhir*. (Tidak Diterbitkan). Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.