

## **TUGAS AKHIR**

### **PERCEPATAN WAKTU (*CRASHING*) MENGUNAKAN SISTEM SHIFT KERJA DAN JAM LEMBUR EMPAT JAM**

**(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Apartement Yudhistira Tower)**

### ***(CRASHING USING SHIFT SYSTEM AND OVERTIME FOUR HOURS)***

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



**Fajar Juniza  
13511312**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
2020**

## TUGAS AKHIR

### PERCEPATAN WAKTU (*CRASHING*) MENGUNAKAN SISTEM SHIFT KERJA DAN JAM LEMBUR EMPAT JAM

(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Apartement Yudhistira Tower)

### (*CRASHING USING SHIFT SYSTEM AND OVERTIME FOUR HOURS*)

Disusun oleh



**Fajar Juniza**  
13511312

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

Di uji pada tanggal: 14 Oktober 2020

Oleh Dewan Penguji

Pembimbing

  
Vendi Abma, S.T.,M.T  
NIK: 155111310

Penguji 1

  
Adityawan Sigit, S.T.,M.T.  
NIK: 155110108

Penguji 2

  
Setva Winarno, S.T.,M.T.,Ph.D.  
NIK: 945110101

Mengesahkan,  
Ket. Program Studi Teknik Sipil

  
Dr. Irena Yuni Astuti, M.T.  
NIK: 885110101

## PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa laporan Tugas Akhir yang saya susun sebagai syarat untuk memenuhi salah satu persyaratan pada Program Studi Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia seluruhnya merupakan hasil karya saya sendiri. Adapun bagian-bagian tertentu dalam penulisan laporan Tugas Akhir yang saya kutip dari hasil karya orang lain telah dituliskan dalam sumbernya secara jelas sesuai dengan norma, kaidah, dan etika penulisan karya ilmiah. Apabila dikemudian hari ditemukan seluruh atau sebagian laporan Tugas Akhir 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, 20 Oktober 2020

Yang membuat pernyataan,



Fajar Juniza

(13511312)

## KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr.Wb

Puji syukur dipanjatkan kehadirat ALLAH SWT karena Proposal Tugas Akhir dapat diselesaikan. Shalawat dan salam senantiasa dipanjatkan untuk teladan dan pemimpin tercinta, Nabi Muhammad SAW. Proposal Tugas Akhir merupakan salah satu syarat akademik dalam menyelesaikan studi tingkat sarjana di Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir banyak hambatan yang dihadapi, namun berkat saran, kritik, serta dorongan semangat dari berbagai pihak, alhamdulillah dapat diselesaikan dengan baik. Berkaitan dengan ini, diucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Dr. Ir. Sri Amini Yuni Astuti, M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
2. Bapak Vendie Abma, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing.
3. Bapak Adityawan Sigit, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji 1.
4. Bapak Setya Winarno, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Penguji 2.
5. Ibu dan ayah yang selalu mendukung dan mendo'akan.
6. Serta semua pihak terkait yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Disadari bahwa Proposal Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna disebabkan karena keterbatasan pengetahuan, waktu, biaya dan data. Oleh karena itu, diharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan proposal ini. Semoga Proposal Tugas Akhir dapat bermanfaat bagi insan Teknik Sipil khususnya dan semua pihak pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	I
LEMBAR PENGESAHAN	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI	<b>ERROR! BOOKMARK NOT DEFINED.</b>
KATA PENGANTAR	IV
DAFTAR ISI	V
DAFTAR TABEL	VIII
DAFTAR GAMBAR	IX
DAFTAR LAMPIRAN	XI
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN	XII
ABSTRAK	XIII
<i>ABSTRACT</i>	XIV
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batas Penelitian	4
1.6 Lokasi Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Simpulan Penelitian Terdahulu	9
2.3 Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu	9
BAB III LANDASAN TEORI	14
3.1 Manajemen Proyek	14
3.1.1 Fungsi Dasar Manajemen Proyek	14
3.2 Proyek Konstruksi	15
3.2.1 Jenis-jenis Proyek Konstruksi	15
3.3 Perencanaan Proyek	16

3.3.1	Penjadwalan Proyek	17
3.4	Microsoft Project	26
3.5	Keterlambatan	27
3.5.1	Penyebab Keterlambatan	28
3.5.2	Dampak Keterlambatan	29
3.6	Pengendalian Proyek	29
3.7	Produktivitas Tenaga Kerja	30
3.7.1	Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas	31
3.8	Tenaga Kerja	31
3.9	Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja	32
3.10	Jumlah Tenaga Kerja	33
3.11	Produktivitas Tenaga Kerja	33
3.12	Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek ( <i>Crashing</i> )	34
3.12.1	Percepatan Dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)	35
3.12.2	Percepatan Dengan Alternatif Sistem <i>Shift</i> Kerja	36
3.13	Komponen Struktur Gedung	37
<b>BAB IV METODE PENELITIAN</b>		42
4.1	Metode Penelitian	42
4.2	Objek dan Subjek Penelitian	42
4.3	Lokasi Penelitian	42
4.4	Waktu Penelitian	43
4.5	Teknik Pengumpulan Data	43
4.6	Langkah Penelitian	45
4.6.1	Identifikasi Masalah	45
4.6.2	Pengambilan Data	45
4.6.3	Tahapan Pengolahan Data	46
4.7	Diagram Alir Penelitian	47
<b>BAB V ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b>		49
5.1	Tinjauan Umum	49
5.2	Data Proyek	50

5.2.1	Lokasi Proyek	50
5.2.2	Data Awal Proyek	50
5.3	Analisis Durasi & Biaya Kegiatan <i>Existing</i> Proyek	55
5.3.1	Pendekatan Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari	55
5.3.2	Pendekatan Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja Per Hari	60
5.3.3	Analisis Penyelesaian Durasi Existing Proyek	65
5.3.4	Menghitung Biaya Tenaga Kerja pada Pekerjaan <i>Existing</i>	66
5.4	Analisis Keterlambatan Proyek	71
5.5	Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek	72
5.5.1	Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek Dengan Menambahkan Empat Jam Kerja	73
5.5.2	Analisis Perhitungan Biaya Penyelesaian Proyek Dengan Menambahkan Empat Jam Kerja	79
5.5.3	Analisis Percepatan Durasi Proyek Dengan Sistem <i>Shift</i> 89	
5.5.4	Analisis Perhitungan Biaya Penyelesaian Proyek Dengan Sistem <i>Shift</i>	94
5.6	Pembahasan	101
5.6.1	Hasil Analisis Percepatan Penyelesaian Proyek	101
5.6.2	Perbandingan Durasi Dan Biaya Proyek	102
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		104
6.1	Kesimpulan	104
6.2	Saran	105
DAFTAR PUSTAKA		106

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Rangkuman Penelitian Sebelumnya	10
Tabel 3.1	Pembesian per 100 kg menurut Permen PUPR 2016	33
Tabel 3.2	Membuat 1 $m^2$ Bekisting lantai menurut Permen PUPR 2016	33
Tabel 3.3	Penuangan/menebar beton pelat 1 $m^3$ menurut Permen PUPR 2016	33
Tabel 4.1	Volume Pekerjaan Struktur	43
Tabel 4.2	Tabel Data Wawancara Durasi Pekerjaan	44
Tabel 4.3	Daftar Harga Upah Pekerja	44
Tabel 5.1	Volume Pekerjaan Struktur Per Segmen Dari Lantai 9	51
Tabel 5.2	Data Wawancara Durasi <i>Existing</i>	52
Tabel 5.3	Daftar Harga Satuan Upah Pekerja Harian	53
Tabel 5.4	Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari	59
Tabel 5.5	Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja	64
Tabel 5.6	Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Per Hari	68
Tabel 5.7	Koefisien Produktivitas Pada Jam Lembur	73
Tabel 5.8	Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Jam Kerja Lembur	76
Tabel 5.9	Rekapitulasi Durasi Setelah ditambah Empat Jam Kerja	78
Tabel 5.10	Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Ditambah empat jam Kerja	87
Tabel 5.11	Rekapitulasi Durasi Setelah ditambah Empat Jam Kerja	93
Tabel 5.12	Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Dengan Sistem <i>Shift</i>	98
Tabel 5.13	Rekapitulasi Durasi Dan Biaya Proyek	101



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Lokasi Pembangunan Gedung Apartemen Yudhistira Tower	5
Gambar 3.1	Proses dan Sistematisa Perencanaan	17
Gambar 3. 2	Contoh penyajian perencanaan proyek metode bagan balok	18
Gambar 3.11	Denah pada <i>Node</i> PDM	20
Gambar 3.12	Hubungan FS pada <i>node</i> PDM	22
Gambar 3.13	Hubungan SS pada <i>node</i> PDM	22
Gambar 3.14	Hubungan FF pada <i>node</i> PDM	23
Gambar 3.15	Hubungan SF pada <i>node</i> PDM	23
Gambar 3.16	Satu kegiatan terhubung pada banyak kegiatan	23
Gambar 3.17	Multikonstrain antar kegiatan	24
Gambar 3.18	Contoh jaringan PDM dalam bentuk <i>Activity on Arrow</i> (AOA)	24
Gambar 3.19	Contoh jaringan PDM dalam bentuk bagan balok	24
Gambar 3.20	Contoh kegiatan disusun dalam bentuk <i>Activity on Node</i> (AON)	25
Gambar 3.21	Grafik Indikasi Penurunan Produktivitas dengan Jam Lembur	31
Gambar 4 1	Bagan Aliran Penelitian	47
Gambar 5.1	Pekerjaan Struktur Per Segmen	49
Gambar 5.2	Koefisien Bekisting Lantai Beton	53
Gambar 5.3	Koefisien Bekisting Balok Beton	53
Gambar 5.4	Koefisien Bekisting Kolom Beton	54
Gambar 5.5	Koefisien Pembesian Beton	54
Gambar 5.6	Koefisien Penuangan Beton Pelat	54
Gambar 5.7	Koefisien Penuangan Beton Balok	54
Gambar 5.8	Koefisien Penuangan Beton Kolom	54
Gambar 5.9	Analisis PDM Pada <i>Microsoft Project 2016 Schedule Existing</i>	65
Gambar 5.10	Titik Mulai Percepatan Pekerjaan Struktur	72
Gambar 5.11	Analisis PDM Pada <i>Microsoft Project 2016 Jam Kerja Lembur</i>	79
Gambar 5.12	Analisis PDM Pada <i>Microsoft Project 2016 Sistem Shift</i>	93
Gambar 5.13	Grafik Perbandingan Durasi <i>Existing</i> Proyek dan	103



## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 *Time Schedule* Rencana Proyek
- Lampiran 2 *Schedule* Proyek Titik Keterlambatan
- Lampiran 3 Volume Pekerjaan Struktur
- Lampiran 4 Daftar Harga Satuan Upah Tenaga
- Lampiran 5 Data Wawancara Durasi Normal 8 jam kerja
- Lampiran 6 Data Responden
- Lampiran 7 Surat Keterangan Selesai Pengambilan Data Tugas Akhir
- Lampiran 8 Gambar Struktur Proyek
- Lampiran 9 Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja
- Lampiran 10 Perhitungan Kebutuhan Jumlah Tenaga Kerja
- Lampiran 11 Perhitungan Produktivitas, Durasi Crashing & Upah Pekerja
- Lampiran 12 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari
- Lampiran 13 Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja
- Lampiran 14 Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Per Hari Existing
- Lampiran 15 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Jam Kerja Lembur
- Lampiran 16 Rekapitulasi Durasi Setelah ditambah Empat Jam Kerja
- Lampiran 17 Rekapitulasi Upah Total Tenaga Kerja Empat Jam Kerja
- Lampiran 18 Rekapitulasi Durasi Percepatan Sistem *Shift*
- Lampiran 19 Rekapitulasi Total Upah Tenaga Kerja Dengan Sistem *Shift*
- Lampiran 20 Network Diagram PDM Existing Proyek
- Lampiran 21 Network Diagram PDM Jam Kerja Lembur Empat Jam
- Lampiran 22 Network Diagram PDM Sistem Shift Kerja

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

PDM : *Precedence Diagram Method*

PUPR : Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat

FF : *Finish to Finish*

FS : *Finish to Start*

SS : *Start to Start*

SF : *Start to Finish*

OH : Orang Hari

m : Meter

$m^2$  : Meter Persegi

$m^3$  : Meter Kubik

Kg : Kilogram

Koef : Koefisien

D : Durasi

V : Volume

Prod. : Produktifitas



## ABSTRAK

Pada pelaksanaan proyek, sering adanya keterlambatan aktivitas pekerjaan yang tidak berjalan sesuai dengan rencana. Saat pelaksanaan proyek pembangunan Apartemen Yudhistira Tower mengalami kendala keterlambatan pada pekerjaan struktur. Observasi yang telah dilakukan dilapangan, terlihat jadwal rencana awal seharusnya pada tanggal 02 september 2019 pekerjaan sudah mengerjakan pekerjaan lantai 12 pada pekerjaan struktur, ternyata baru mengerjakan pekerjaan struktur pada lantai 9. Beberapa kendala yang menyebabkan keterlambatan seperti suplai material, cuaca, dan faktor finansial.

Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui total waktu setelah dilakukan percepatan durasi menggunakan sistem *shift* kerja dan sistem lembur empat jam dan dampak perubahan waktu terhadap anggaran struktur. Perhitungan analisis data menggunakan program *Microsoft Excel* dan *Microsoft Project* dan mengacu standar PUPR 2016 untuk koefisien tenaga kerja.

Hasil dari percepatan dengan penambahan jam kerja lembur empat jam diperoleh total durasi pelaksanaan proyek 81 hari kerja atau lebih cepat 19,80% dari durasi *existing* proyek yaitu 101 hari dan *crashing* dengan alternatif menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan malam) didapat total durasi yaitu 61 hari atau 39,60% lebih cepat dari durasi *existing* proyek. Adapun biaya upah tenaga kerja dalam kondisi penambahan jam kerja lembur selama empat jam sebesar Rp.2.540.058.438 atau lebih mahal 40,95% dari biaya *existing* proyek yaitu Rp.1.498.725.625. Sedangkan total biaya proyek dengan alternatif menerapkan sistem *shift* kerja diperoleh Rp.1.900.849.625 atau lebih mahal 21,15% dari biaya *existing* proyek kemudian lebih murah 25,16% dari biaya jam kerja lembur empat jam. Maka dapat disimpulkan bahwa dengan menerapkan sistem shift kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) merupakan alternatif program *crashing* yang lebih efektif dan ekonomis.

**Kata kunci:** Percepatan sistem *shift*, Penambahan jam kerja (lembur), *Crashing*, PDM (*Precedence Diagram Method*).

## **ABSTRACT**

*In project implementation, there are often delays in work activities that do not go according to plan. During the implementation of the Yudhistira Tower Apartment construction project, there were delays in the structure work. Observations that have been made in the field, it is seen the schedule of the initial plan should have been on September 2, 2019 that the work had started to work on the 12th floor of the structural work, it turned out that it was only doing structural work on the 9th floor.*

*The purpose of this study was to determine the total time after acceleration the duration using the work shift system and the fourhour overtime system and the impact of time changes on the structure budget. Then the data analysis uses Microsoft Excel and Microsoft Project programs and refers to PUPR 2016 standards for labor coefficient.*

*The results of the acceleration with the addition of overtime working hours for 4 hours, the total duration of project implementation is 81 working days or 19,80% faster of the existing duration 101 days and crashing with the alternative of implementing the work shift system (mornin and the night shift), the total duration is 61 days or 39,60% faster than the existing duration. The cost of using overtime working hours for 4 hours is Rp.2.540.058.438 or 40,95% more expensive than the project existing cost is Rp.1.498.725.625. Meanwhile, the total cost of the project in post-crashing conditions with the alternative of applying the work shift system is Rp.1.900.849.625 or more expensive 21,15% than the existing cost of the project, then 25,16% cheaper from the addition of overtime hours for 4 hours. So it can be concluded by implementing a work shift system (morning shift and night shift) is an alternative crashing program that is more effective and economical.*

**Keywords:** *Crashing duration with shift system, addition of working hours (overtime), crashing, PDM (Precedence Diagram Method).*

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Yogyakarta dikenal oleh masyarakat Indonesia sebagai kota pelajar. Posisi kota yang didukung dengan berkembangnya sekolah dan perguruan tinggi, membuat banyak calon pelajar atau mahasiswa ingin menimba ilmu di kota ini. Banyaknya jumlah perguruan tinggi ini, tentu jumlah pendatang akan terus meningkat dan memerlukan tempat untuk tinggal baik sementara maupun menetap. Hal ini yang kemudian memunculkan peluang untuk membangun hunian yang nyaman, aman, penuh fasilitas, dan dekat dengan tempat makan, rumah sakit, sekolah, serta perguruan tinggi. Sehingga banyak investor tertarik menginvestasikan uang mereka dalam bentuk aset tetap, seperti tempat tinggal yang berupa bangunan Apartemen.

Pada saat ini banyak proyek pembangunan Apartemen yang terus dikembangkan. Proyek adalah suatu kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan di maksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah di gariskan dengan jelas (Soeharto, 1995). Proyek konstruksi adalah suatu usaha untuk mendirikan bangunan dengan serangkaian kegiatan sementara yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas, dengan alokasi sumber daya tertentu dan dimaksudkan untuk melaksanakan tugas yang sarannya telah di gariskan dengan jelas. Maka dibutuhkan perencanaan yang matang agar sesuai dengan tujuan proyeksi konstruksi tersebut. Menurut (Soeharto, 1995) Perencanaan adalah proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Pada proses mencapai sasaran proyek konstruksi, ada batasan yang harus dipenuhi yaitu biaya yang dialokasikan, mutu, dan waktu.

Dalam penelitian (Sari, 2018) mengatakan bahwa salah satu bentuk dari perencanaan suatu proyek konstruksi adalah penjadwalan proyek. Pada penjadwalan proyek terdapat informasi mengenai progres biaya yang dikeluarkan,

kemajuan proyek, dan progres waktu proyek yang sedang berjalan. Proyek konstruksi pada umumnya memiliki batas waktu (*deadline*), artinya proyek harus diselesaikan sebelum atau tepat pada waktu yang telah ditentukan. Namun pada kenyataan di lapangan, suatu proyek tidak selalu berjalan sesuai dengan rencana penjadwalan yang telah ditetapkan.

Pada pelaksanaan kegiatan proyek, sering adanya keterlambatan aktivitas pekerjaan sehingga tidak berjalan sesuai dengan rencana. Apabila terjadi penundaan waktu penyelesaian dalam salah satu aktivitas pekerjaan, maka akan berakibat penundaan waktu penyelesaian aktivitas pekerjaan berikutnya. Pada saat pelaksanaan proyek, ditemukan beberapa kendala yang menyebabkan proyek tidak berjalan sesuai rencana, seperti yang ada di proyek pembangunan Apartemen Yudhistira Tower mengalami keterlambatan pada pekerjaan struktur. observasi yang telah dilakukan dilapangan, terlihat dari jadwal rencana awal yang seharusnya pada tanggal 02 september 2019 pekerjaan mulai mengerjakan pekerjaan lantai 12 pada pekerjaan struktur, ternyata baru mengerjakan pekerjaan struktur pada lantai 9. Sering kali terjadi kendala-kendala akibat sesuatu yang tidak diinginkan seperti keterlambatan terkait suplai material, cuaca, dan faktor finansial. Oleh sebab itu, dibutuhkan pengendalian untuk mengatasi permasalahan keterlambatan pada proyek tersebut. SS R.J. Mockler, 1972, dalam Imam Soeharto (1995) memberikan pengertian tentang pengendalian. Menurutnya, pengendalian proyek adalah suatu usaha sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dengan standar, serta mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar sumberdaya yang digunakan secara efektif dan efisien untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan.

Berdasarkan permasalahan diatas, salah satu cara untuk mengatasi keterlambatan dalam pengerjaan suatu proyek adalah melakukan percepatan (*Crashing*) dalam pelaksanaannya. Percepatan (*Crashing*) dalam pelaksanaan dapat dilakukan dengan mengadakan penambahan jam kerja (lembur), penambahan tenaga kerja, sistem *shift*, mengubah metode pekerjaan, menggunakan alat yang



lebih produktif, dan menggunakan material yang lebih cepat pemasangannya. Percepatan penyelesaian proyek harus dilakukan dengan perencanaan yang baik. Alternatif yang bisa digunakan untuk menunjang percepatan penyelesaian proyek adalah dengan sistem *shift* dan penambahan jam kerja (lembur).

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis penjadwalan ulang dengan menggunakan program *Microsoft Project 2016* untuk mengetahui detail perencanaan percepatan pelaksanaan suatu proyek konstruksi.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Berapakah total waktu setelah dilakukan percepatan durasi proyek menggunakan sistem *shift* kerja dan sistem lembur empat jam pada pekerjaan struktur lantai 9 hingga lantai Roof & LMR proyek Apartemen Yudhistira Tower?
2. Bagaimana dampak perubahan waktu terhadap anggaran struktur setelah dilakukan percepatan menggunakan sistem *shift kerja* dan sistem lembur empat jam pada pekerjaan struktur lantai 9 hingga lantai Roof & LMR?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui total waktu setelah dilakukan percepatan durasi proyek menggunakan sistem *shift* kerja dan sistem lembur empat jam pada pekerjaan struktur lantai 9 hingga lantai Roof & LMR proyek Apartemen Yudhistira Tower.
2. Untuk mengetahui dampak perubahan waktu terhadap anggaran struktur setelah dilakukan percepatan menggunakan sistem *shift* kerja dan sistem lembur empat jam pada pekerjaan struktur lantai 9 hingga lantai Roof & LMR.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian yang dilakukan yaitu Percepatan Waktu (*Crashing*) Menggunakan Sistem *Shift* dan Jam Lembur Empat Jam yang di harapkan akan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Untuk peneliti, menambah pengetahuan dan pengalaman mengenai penerapan percepatan (*Crashing*) menggunakan sistem *shift* kerja, sistem lembur empat jam.
2. Untuk pihak proyek, dapat memperoleh informasi yang bermanfaat sebagai bahan pertimbangan dalam penerapan percepatan (*Crashing*) menggunakan sistem *shift* kerja, sistem lembur empat jam.
3. Untuk para pembaca dapat menambah pengetahuan tentang penerapan ilmu teknik sipil tentang ilmu manajemen proyek, sebagai bahan referensi terhadap penelitian yang sejenis, dan dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan atau dikembangkan lebih lanjut.

#### 1.5 Batas Penelitian

Batasan penelitian yang akan dilakukan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian dilakukan pada Proyek pembangunan Apartemen Yudhistira Tower.
2. Penelitian dilakukan pada pekerjaan struktur gedung lantai 9 hingga lantai Roof & LMR yang meliputi struktur kolom, struktur balok, dan struktur plat lantai pada pekerjaan (bekisting, pembesian, dan pengecoran).
3. Penelitian ini hanya fokus terhadap waktu percepatan durasi (*crash duration*) proyek dengan menggunakan dua alternatif yaitu sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) dan penambahan jam lembur empat jam.
4. Metode penjadwalan yang digunakan ialah penjadwalan proyek dengan metode PDM (*Precedence Diagramming Method*).
5. *Schedule existing* ditetapkan pada jam kerja normal yaitu 8 jam kerja dalam 1 hari.
6. Analisis data dilakukan menggunakan bantuan program *Microsoft Excel* dan menggunakan program *Microsoft Project*.

7. Penelitian menggunakan Standar PUPR 2016 untuk koefisien tenaga kerja.
8. Penelitian hanya menghitung dampak biaya terhadap waktu setelah dilakukan percepatan pada pekerjaan struktur gedung lantai 9 hingga lantai Roof & LMR terhadap total alokasi anggaran pekerja pada pekerjaan struktur proyek Apartemen Yudhistira Tower.
9. Diasumsikan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan selalu tersedia.
10. Diasumsikan sumber daya dan material selalu tersedia.

### 1.6 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian terletak pada Proyek pembangunan Gedung Apartment Yudhistira Tower terletak di Jl. Palagan Tentara Pelajar KM. 7, Mudal, Sariharjo, Kec. Ngaglik, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581.



**Gambar 1.1** Lokasi Pembangunan Gedung Apartemen Yudhistira Tower  
(Sumber: <https://www.google.com/maps/>, Jumat, 4 September 2019, Pukul 10:13 WIB)

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Penelitian Terdahulu

Bahan pertimbangan dan referensi untuk penelitian ini, akan dipaparkan beberapa hasil penelitian sejenis yang sudah pernah dilaksanakan oleh peneliti terdahulu. Adapun hasil penelitian yang pernah dilakukan sebagai berikut ini.

1. Penelitian tentang Percepatan Jadwal (*Crashing*) Menggunakan Sistem *Shift* dengan Analisis PDM (*Precedence Diagramming Method*) oleh Hendriputri (2018).

Pada suatu proyek konstruksi terdapat tiga hal penting yang harus diperhatikan yaitu waktu, biaya dan mutu. Namun demikian, pada kenyataannya sering terjadi pembengkakan biaya sekaligus keterlambatan waktu pelaksanaan. Bila dilihat dari segi waktu, cara untuk mengatasi dan mengembalikan tingkat kemajuan suatu proyek konstruksi yang mengalami keterlambatan adalah dengan melakukan penjadwalan waktu proyek sehingga akan terlihat perbedaan jumlah durasi dan biaya dalam keadaan normal maupun setelah crashing. Penelitian oleh Hendriputri (2018) dilakukan pada Proyek Pembangunan Rusun Pegawai Marga Jaya Yogyakarta. Analisa percepatan jadwal yang digunakan pada penelitian ini terfokuskan dengan metode *shift*. Perhitungan kebutuhan *shift* menggunakan pedoman perhitungan Analisis Harga Satuan Pekerja 2013 (AHSP). Setelah dilakukan perhitungan tersebut, akan menghasilkan jumlah durasi *shift* yang dibutuhkan sesuai dengan volume Proyek Rumah Susun Marga Jaya Yogyakarta. Selanjutnya dihitung perubahan biaya yang dibutuhkan. Hasil data perhitungan yang diperoleh setelah dilakukan analisis, proyek dapat dipercepat selama 154 hari kerja sehingga durasi proyek yang semula 345 hari kerja menjadi 191 hari kerja (turun 44,64 %). Biaya langsung proyek mengalami kenaikan yang semula Rp. 1.246.452.397,63 dalam 345 hari menjadi Rp. 1.334.123.725,93 dalam 191 hari (naik 7,03%). Biaya tidak langsung mengalami penurunan yang semula

Rp. 219.962.187,82 menjadi Rp. 187.233.513,89 (turun 14,88%). Sehingga biaya total proyek, yang semula sebesar Rp. 1.466.414.585,45 menjadi Rp. 1.521.357.239,82 terdapat selisih Rp. 54.942.654,37 dari proyek normal (naik 3,75 %).

2. Penelitian tentang Analisis Percepatan Proyek Pada Pekerjaan Struktur Menggunakan Metode *Crashing* dengan Penambahan Tenaga Kerja oleh Candra (2018).

Pada proses pembangunan sebuah proyek konstruksi kerap terjadi sesuatu yang tidak diinginkan seperti terjadinya keterlambatan pekerjaan pada proyek. Faktor yang terjadi pada keterlambatan bisa berbeda-beda seperti kondisi cuaca yang tidak mendukung, perubahan desain, dan kesalahan dalam perencanaan. Maka dari itu diperlukan alternatif yang bisa digunakan untuk menunjang percepatan penyelesaian proyek, alternatif tersebut dapat berupa penambahan jam lembur, penggunaan alat yang lebih produktif, penambahan jumlah pekerja, penggunaan material yang cepat pemasangannya, dan metode konstruksi yang lebih cepat. Penelitian ini menganalisis percepatan durasi penyelesaian proyek pada Proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari, dengan alternatif penambahan tenaga kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui total biaya dan waktu proyek setelah dilakukan percepatan (*Crashing*) dan mengetahui dampak perubahan waktu terhadap biaya proyek. Hasil analisis pada proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari yang dilakukan percepatan (*Crashing*) didapat total durasi 56 hari 20% lebih cepat dari durasi normal dan biaya total proyek sebesar Rp. 278.538.526,27 atau naik sebesar 2% dari biaya proyek awal atau kondisi normal yaitu sebesar Rp. 273.723.728,50. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem percepatan dengan tambah tenaga kerja dapat dijadikan pilihan alternatif untuk proyek yang mengalami keterlambatan, karena dengan menerapkan sistem percepatan dengan tambah tenaga durasi lebih cepat.

3. Penelitian tentang Analisis Penjadwalan Ulang dengan menggunakan PDM *Precedence Diagram Method* oleh Isnanta (2018)

Pada Proyek Pembangunan Cabin Hotel Bhayangkara yang terletak di Daerah Istimewa Yogyakarta terdapat beberapa masalah yang terjadi. Keterlambatan proyek dapat disebabkan oleh berbagai faktor, antara lain kurangnya tenaga kerja. Dalam penelitian Isnanta (2018) *schedule* rencana dan *schedule* realisasi dibuat detail pada pekerjaan struktur dengan menggunakan metode PDM (*Precedence Diagramming Method*). Pada penelitian ini dilakukan perhitungan jumlah tenaga kerja menurut komposisi Standar Nasional Indonesia (SNI) 2013 pada *schedule* rencana dan pada *schedule* realisasi (pada pelaksanaan) untuk melihat apakah keterlambatan disebabkan oleh kurangnya jumlah tenaga kerja. PDM (*Precedence Diagramming Method*) merupakan suatu metode penjadwalan jaringan kerja yang umumnya berbentuk segi empat, sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk kegiatan-kegiatan yang bersangkutan. Analisis dalam PDM (*Precedence Diagramming Method*) disederhanakan dengan menggunakan detail pekerjaan pembangunan proyek hingga menghasilkan total waktu penyelesaian proyek. Dengan adanya parameter yang bertambah banyak, perhitungan untuk mengidentifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena semakin banyak faktor yang perlu diperhatikan. Hasil analisis, durasi dan detail pekerjaan sudah diketahui dan ditampilkan dalam bentuk *Microsoft Project* 2010 dengan durasi dari *schedule* realisasi adalah 108 hari kerja dan pada *schedule* PDM adalah 78 hari kerja.

4. Penelitian tentang Penerapan Metode Percepatan Pekerjaan Struktur dengan *Shift* Kerja Pada Pembangunan Gedung Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo oleh Nugroho (2019).

Pembangunan gedung Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo perlu adanya beberapa tahap terkontrol yaitu tahap perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan (*actuating*), pengawasan (*controlling*), dan perawatan (*maintenance*). Salah satu bentuk perencanaan proyek adalah penjadwalan proyek. Penjadwalan proyek memberikan informasi tentang jadwal rencana kemajuan proyek dalam aspek kinerja

sumber daya berupa biaya, tenaga kerja, peralatan dan material, serta rencana durasi atau waktu penyelesaian proyek. Namun, dalam suatu proyek terkadang terjadi keterlambatan. Keterlambatan dapat merugikan pemilik maupun penyedia jasa konstruksi. Maka dari itu perlu adanya percepatan proyek. Analisa percepatan proyek yang digunakan pada penelitian Nugroho (2019) yaitu penambahan jam kerja dengan metode *shift* (pagi dan malam). Langkah pertama analisa yaitu menggunakan *Microsoft Project* untuk membuat jadwal, kemudian dilakukan proses perhitungan penambahan jam kerja dengan metode *shift*, dan dilanjutkan dengan analisa biaya normal dan biaya percepatan. Dampak yang ditimbulkan dari penggunaan metode crashing pada penelitian ini adalah biaya langsung (*direct cost*) yang pada durasi normal yaitu 165 hari naik menjadi Rp 5.248.406.285,23 atau 0,4% lebih besar dari biaya normal yang sebesar Rp 5.227.553.700,00. Sedangkan, untuk biaya tidak langsung (*indirect cost*) pada durasi normal sebesar Rp 580.839.300,00 akan mengalami penurunan biaya dikarenakan durasi proyek yang dipercepat dengan besaran penurunan sebesar 5,82 % menjadi 547.045.000,00. Perubahan tersebut dapat berpengaruh terhadap total biaya proyek yang semula Rp 5.808.393.000,00 menjadi Rp 5.795.451.285,00 terdapat selisih biaya sebesar Rp 54.646.885,00 atau naik sebesar 0,94% dari biaya awal.

## 2.2 Simpulan Penelitian Terdahulu

Berdasarkan hasil beberapa penelitian di atas, dapat disimpulkan bahwa metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dapat digunakan dalam merencanakan dan mengendalikan keterlambatan jadwal proyek pembangunan sebuah gedung.

## 2.3 Persamaan dan Perbedaan dengan Penelitian Terdahulu

Pada penelitian yang akan dilakukan dengan judul “Percepatan Waktu (Crashing) Menggunakan Sistem *Shift* Kerja Dan Jam Lembur Emat Jam”, terdapat persamaan dan perbedaan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Berikut rangkuman penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Rangkuman Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
1	Hendriputri (2018)	Percepatan Jadwal ( <i>Crashing</i> ) Menggunakan Sistem Shift dengan Analisis PDM ( <i>Precedence Diagramming Method</i> ).	PDM	Untuk mengetahui jumlah durasi proyek yang diperoleh dengan percepatan jadwal menggunakan metode shift pada Proyek Rumah Susun Pegawai Jasa Marga yang terletak di Jalan Raya Tajem – Maguwoharjo kabupaten Sleman dan mengetahui dampak perubahan waktu terhadap biaya pada proyek tersebut setelah mengalami percepatan jadwal menggunakan metode shift.	Hasil data perhitungan yang diperoleh setelah dilakukan analisis, proyek dapat dipercepat selama 154 hari kerja sehingga durasi proyek yang semula 345 hari kerja menjadi 191 hari kerja (turun 44,64 %). Biaya langsung proyek mengalami kenaikan yang semula Rp1.246.452.397,63 dalam 345 hari menjadi Rp 1.334.123.725,93 dalam 191 hari (naik 7,03%). Biaya tidak langsung mengalami penurunan yang semula Rp 219.962.187,82 menjadi Rp 187.233.513,89 (turun 14,88%). Sehingga biaya total proyek, yang semula sebesar Rp1.466.414.585,45 menjadi Rp 1.521.357.239,82 terdapat selisih Rp 54.942.654,37 dari proyek normal (naik 3,75 %).
2.	Candra (2018)	Analisis Percepatan Proyek Pada Pekerjaan Struktur Menggunakan Metode <i>Crashing</i> dengan Penambahan Tenaga Kerja.	PDM	Untuk mengetahui total waktu, biaya setelah adanya percepatan pada proyek tersebut, dan mengetahui dampak perubahan waktu terhadap biaya proyek.	Hasil analisis pada proyek renovasi gedung Pengadilan Negeri Wonosari yang dilakukan percepatan ( <i>Crashing</i> ) didapat total durasi 56 hari 20% lebih cepat dari durasi normal dan biaya total proyek sebesar Rp. 278.538.526,27 atau naik sebesar 2% dari biaya proyek awal atau kondisi normal yaitu sebesar Rp. 273.723.728,50. Kesimpulan dari penelitian ini adalah sistem percepatan dengan tambah tenaga kerja dapat dijadikan pilihan alternatif untuk proyek yang mengalami keterlambatan, karena dengan menerapkan sistem percepatan dengan tambah tenaga durasi lebih cepat.



Lanjutan Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
3.	Isnanta (2018)	Analisis penjadwalan ulang dengan menggunakan <i>precedence diagram method (Rescheduling Analysis with PDM)</i>	PDM	Mengetahui jumlah tenaga kerja pada penjadwalan ulang dengan metode PDM ( <i>Precedence Diagramming Method</i> ) dan mengetahui durasi waktu berdasarkan penjadwalan ulang dengan metode PDM ( <i>Precedence Diagramming Method</i> )	Diperoleh kesimpulan bahwa penjadwalan ulang menggunakan metode <i>PDM</i> setelah dilakukan <i>reschedule</i> di dapatkan 2 jadwal waktu dengan jadwal pertama didapat total waktu proyek 108 hari kerja, dan jadwal kedua didapat total waktu proyek 78 hari kerja. Menganalisis produktivitas dari <i>schedule 1</i> dan <i>schedule 2</i> dengan hasil produktivitas di <i>schedule 2</i> lebih lebih besar dan stabil di dibandingkan <i>schedule 1</i> dikarenakan <i>schedule 2</i> memiliki jumlah tenaga kerja yang efisien, sedangkan di <i>schedule 1</i> kemungkinan besar jumlah tenaga kerja terlalu banyak
4.	Nugroho (2019)	Penerapan Metode Percepatan Pekerjaan Struktur dengan Shift Kerja Pada Pembangunan Gedung Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo.	PDM	Mengetahui total waktu durasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek setelah dilakukan penambahan jam kerja menggunakan metode kerja shift dan mengetahui dampak perubahan waktu terhadap biaya.	Hasil yang didapat adalah biaya langsung ( <i>direct cost</i> ) yang pada durasi normal yaitu 165 hari naik menjadi Rp 5.248.406.285,23 atau 0,4% lebih besar dari biaya normal yang sebesar Rp 5.227.553.700,00. Sedangkan, untuk biaya tidak langsung ( <i>indirect cost</i> ) pada durasi normal sebesar Rp 580.839.300,00 akan mengalami penurunan biaya dikarenakan durasi proyek yang dipercepat dengan besaran penurunan sebesar 5,82 % menjadi 547.045.000,00. Perubahan tersebut dapat berpengaruh terhadap total biaya proyek yang semula Rp 5.808.393.000,00 menjadi Rp 5.795.451.285,00 terdapat selisih biaya sebesar Rp 54.646.885,00 atau naik sebesar 0,94% dari biaya awal.

Lanjutan Tabel 2.1 Rangkuman Penelitian Sebelumnya

No	Peneliti	Judul Penelitian	Metode	Tujuan Penelitian	Hasil
5.	Juniza (2020)	Percepatan Jadwal ( <i>Crashing</i> ) Menggunakan Sistem <i>Shift</i> Kerja Dan Jam Lembur Empat Jam.	PDM	Mengetahui total waktu setelah dilakukan percepatan durasi proyek menggunakan sistem <i>shift</i> kerja dan sistem lembur empat jam pada pekerjaan struktur lantai 9 hingga lantai Roof & LMR proyek Apartemen Yudhistira Tower. Untuk mengetahui dampak perubahan waktu terhadap anggaran struktur setelah dilakukan percepatan menggunakan sistem <i>shift</i> kerja, sistem lembur empat jam pada pekerjaan struktur lantai 9 hingga lantai Roof & LMR.	Hasil dari percepatan dengan penambahan jam kerja lembur selama empat jam diperoleh total durasi pelaksanaan proyek 81 hari kerja atau lebih cepat 19,80% dari durasi <i>existing</i> proyek yaitu 101 hari dan <i>crashing</i> dengan alternatif menerapkan sistem <i>shift</i> kerja ( <i>shift</i> pagi dan malam) didapat total durasi yaitu 61 hari atau 39,60% lebih cepat dari durasi <i>existing</i> proyek. Adapun hasil perhitungan biaya upah tenaga kerja dalam kondisi penambahan jam kerja lembur selama empat jam sebesar Rp.2.540.058.438 atau lebih mahal 40,95% dari biaya <i>existing</i> proyek yaitu Rp.1.498.725.625. Sedangkan total biaya proyek dengan alternatif menerapkan sistem <i>shift</i> kerja diperoleh Rp.1.900.849.625 atau lebih mahal 21,15% dari biaya <i>existing</i> proyek kemudian lebih murah 25,16% dari biaya jam kerja lembur empat jam.

Dari rangkuman penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dapat dilihat bahwa terdapat beberapa persamaan dan perbedaan penelitian sekarang dengan penelitian sebelumnya yaitu persamaan menggunakan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dan perbedaan pada studi kasus, lokasi dan waktu.



## **BAB III**

### **LANDASAN TEORI**

#### **3.1 Manajemen Proyek**

Manajemen proyek terdiri dari dua kata yaitu “Manajemen” dan “Proyek”. Proyek adalah serangkaian kegiatan-kegiatan yang bertujuan menghasilkan produk yang unik dengan sasaran, jadwal, dan anggaran yang terbatas. Pada suatu proyek biasanya selalu berhubungan dengan biaya, mutu, dan waktu. Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin, dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan (Soeharto, 1999).

##### **3.1.1 Fungsi Dasar Manajemen Proyek**

Soeharto (1999) menjelaskan 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.

#### 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, serta menuangkannya menjadi gambar-gambar instalasi atau produksi.

### 3.2 Proyek Konstruksi

Proyek konstruksi adalah suatu kegiatan yang bersifat sementara, terdiri dari serangkaian kegiatan yang antara lain mempunyai tujuan khusus dengan spesifikasi tertentu, mempunyai batasan waktu awal dan akhir yang jelas, membutuhkan sumber daya, yaitu: biaya, tenaga manusia dan peralatan serta mempunyai keterbatasan pendanaan (Kerzner, 2001). Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi merupakan suatu rangkaian kegiatan yang hanya satu kali dilaksanakan dan umumnya berjangka waktu pendek serta dalam rangkaian kegiatan tersebut, terdapat suatu proses yang mengelolah sumber daya proyek menjadi suatu hasil kegiatan yang berupa bangunan.

#### 3.2.1 Jenis-jenis Proyek Konstruksi

Menurut Ervianto (2005), proyek konstruksi dapat dibedakan menjadi dua jenis kelompok bangunan, yaitu:

1. Bangunan gedung: rumah, kantor, pabrik, apartemen, dan lain-lain. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah:
  - a. Proyek konstruksi menghasilkan tempat kerja atau tempat tinggal.
  - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang relatif sempit dan kondisi pondasi sudah diketahui.
  - c. Manajemen dibutuhkan, terutama untuk *progressing* pekerjaan.
2. Bangunan sipil: jalan, jembatan, bendungan, dan infrastruktur lainnya. Ciri-ciri dari kelompok bangunan ini adalah:
  - a. Proyek konstruksi dilaksanakan untuk mengendalikan alam agar dapat berguna untuk kebutuhan manusia.
  - b. Pekerjaan dilaksanakan pada lokasi yang luas atau panjang dengan kondisi pondasi berbeda satu sama lain pada satu proyek.
  - c. Manajemna dibutuhkan untuk memecahkan masalah.

Kedua kelompok bangunan tersebut pada umumnya saling bertumpang tindih, tetapi direncanakan dan dilaksanakan dengan disiplin ilmu dan metode yang berbeda.

### 3.3 Perencanaan Proyek

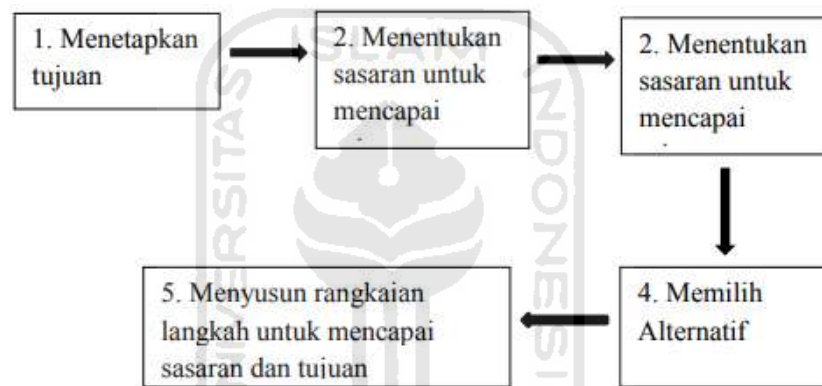
Menurut Soeharto (1995), dari definisi manajemen proyek, perencanaan menempati urutan pertama dari fungsi-fungsi lain seperti mengorganisir, memimpin dan mengendalikan. Perencanaan adalah proses yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran termasuk menyiapkan segala sumber daya untuk mencapainya. Ini berarti memilih dan menentukan langkah-langkah kegiatan di masa datang yang diperlukan untuk mencapai tujuan. Dari segi penggunaan sumber daya, perencanaan dapat diartikan sebagai memberi pegangan bagi pelaksana mengenai alokasi sumber daya untuk melaksanakan kegiatan.

Menurut Soeharto (1995), sering dikatakan bahwa proses perencanaan lebih penting dari perencanaan itu sendiri, karena pada proses perencanaan para pimpinan dan pelaksanaan proyek 'dipaksa' untuk aktif ikut berpikir dan bersuara mengenai

kegiatan yang akan dilaksanakan yang menjadi tanggung jawabnya. Pada saat itu mereka mulai melihat ke depan untuk mengantisipasi persoalan yang mungkin timbul pada taraf implementasi dan bagaimana mengatasinya. Menyusun suatu perencanaan yang lengkap minimal meliputi:

1. Menentukan tujuan.
2. Menentukan sasaran.
3. Mengkaji posisi awal terhadap tujuan.
4. Memilih alternatif.
5. Menyusun rangkaian langkah mencapai tujuan.

Sistematik proses perencanaan proyek terlihat pada Gambar 3.1



**Gambar 3.1** Proses dan Sistematika Perencanaan

(Sumber: Soeharto, 1995)

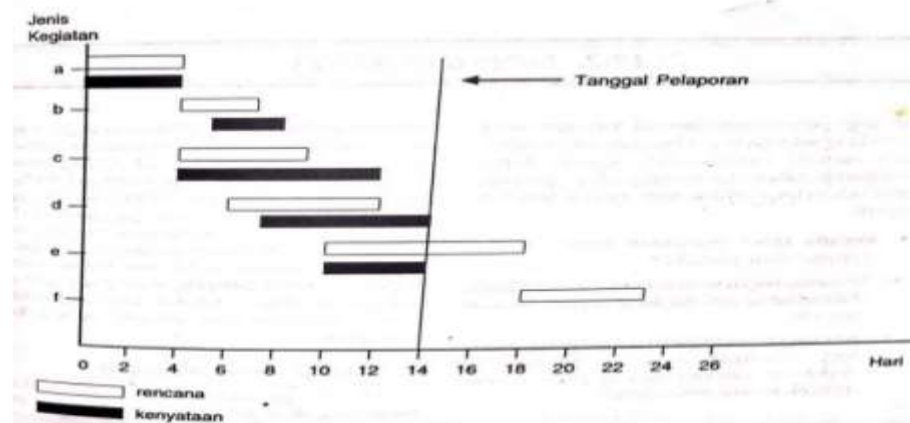
### 3.3.1 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan adalah pengaturan perincian yang diperlukan untuk melaksanakan rencana yang telah ditetapkan. Dimulai dengan taraf desain, dikembangkan pada waktu pemberian kontrak, kemudian digunakan sebagai dasar pengendalian sewaktu pembelian subkontrak diadakan (Soeharto, 1999). Pada ilmu penjadwalan mencakup uraian pekerjaan secara rinci, durasi, dan hubungan antara masing-masing kegiatan. Jenis penjadwalan telah dibagi 3 yaitu sebagai berikut:

1. Diagram balok/batang (*Bar chart*),

Menurut Soeharto (1995), Diagram balok/batang (*Bar chart*) adalah diagram alur pelaksanaan pekerjaan yang dibuat untuk menentukan

waktu penyelesaian pekerjaan yang dibutuhkan, biasanya diagram ini berbentuk bar (kotak).



**Gambar 3. 2** Contoh penyajian perencanaan proyek metode bagan balok  
(Sumber: Soeharto 1995)

2. Diagram jaringan kerja (*Network Diagram*),  
Menurut Soeharto (1999) didalam diagram jaringan kerja (*network diagram*) ada 3 metode yang sering dijumpai pada kegiatan kontruksi yaitu sebagai berikut:
  - a. *CPM (Critical Path Method)*,  
*Critical Path Method* yaitu jalur yang memiliki rangkaian komponen-komponen kegiatan, dengan total jumlah waktu terlama dan menunjukan kurun waktu penyelesaian proyek yang tercepat (Soeharto 1995).
  - b. *PERT (Program Evaluation and Review Technique)*,  
*Program Evaluation and Review Technique* atau Teknik Evaluasi dan Review Program ialah metode yang bertujuan untuk mengurangi sebanyak mungkin adanya penundaan pada pekerjaan maupun adanya gangguan pada produksi (Soeharto, 1995).
  - c. *PDM (Preseden Diagram Method)*.



*Precedence Diagram Method* atau Metode Diagram Precedence adalah jaringan kerja yang termasuk klasifikasi AON (*Arrow on Node*) (Soeharto, 1995). Metode ini digunakan untuk mengatur penjadwalan yang mana dalam proyek tersebut terdapat banyak kegiatan yang tumpang tindih atau saling mendahului dan biasanya hal tersebut sangat banyak terdapat pada proyek-proyek besar.

### 3. *Linear Scheduling Method* (LSM).

*Linear Scheduling Method* atau Metode penjadwalan linier adalah cara alternatif dalam melakukan penjadwalan proyek berulang yang pada umumnya menggunakan metode jaringan. Menurut Hegazy dan Wassef (2001), proyek berulang tersebut terdapat dua kategori. Kategori pertama adalah proyek proyek yang berulang karena pengulangan seragam dari unit kerja selama proyek berlangsung (seperti beberapa unit rumah yang serupa, atau segmen-segmen lantai bangunan bertingkat.), kategori kedua adalah proyek yang harus berulang-ulang karena geometris *layout* (seperti ruas-ruas jalan raya dan proyek pipa).

### 4. Metode *Precedence Diagram Method* (PDM)

Metode PDM dipublikasikan oleh J.W. Fondhal dari Universitas Stanford USA pada awal dekade 1960-an. Setelah itu dikembangkan lebih lanjut oleh perusahaan IBM dalam rangka untuk memudahkan penggunaan dalam bantuan komputer untuk memproses nilai-nilai yang berkaitan dengan metode PDM. *Precedence Diagram Method* (PDM) adalah metode jaringan kerja yang masuk ke dalam klasifikasi *Activity on Node*. Pada metode PDM ini setiap pekerjaan umumnya dibuat dalam bentuk segi empat dan dihubungkan oleh anak panah yang digunakan sebagai petunjuk hubungan antar rangkaian pekerjaan yang bersangkutan. Aturan dasar dari metode CPM (*Critical Path Method*) atau AOA (*Activity on Arrow*) membuktikan bahwa sebuah pekerjaan dapat dimulai ketika pekerjaan sebelumnya telah di selesaikan, maka untuk proyek yang memiliki rangkaian pekerjaan dimana terdapat banyak pekerjaan yang akan dilakukan secara bersamaan dengan

jumlah yang sangat banyak (*Overlapping*) dan berulang-ulang akan memerlukan garis bantu konstrain yang sangat banyak untuk menghubungkan hubungan tiap pekerjaan, sehingga akan membuat tidak praktis dan terlalu kompleks. Sedangkan dengan menggunakan metode PDM, konstrain dapat diterjemahkan sebagai aktivitas yang berlanjut dari aktivitas sebelumnya meskipun aktivitas sebelumnya belum selesai 100%.

a. Komponen PDM

Kegiatan dan peristiwa yang terjadi dalam metode PDM ini ditulis dalam node yang berbentuk kotak segiempat, pada metode PDM mencantumkan identitas kegiatan dan durasi pengerjaannya pada *Node*. Setiap *node* mempunyai dua macam kegiatan yaitu, kegiatan awal dan kegiatan akhir. Dalam sebuah node terdapat keterangan secara spesifik mengenai kegiatan atau peristiwa yang telah direncanakan dan biasanya di sebut sebagai atribut. Kegiatan dalam metode *Precedence Diagram Method* (PDM) digambarkan dalam bentuk sebuah lambang segi empat. Karena letak kegiatan ada dibagian node maka sering disebut juga *Activity on Node* (AON). Kegiatan dalam metode PDM diwakili oleh sebuah lambang yang mudah diidentifikasi, bentuk umum yang sering digunakan adalah seperti Gambar 3.3 berikut.

Act	ES	Activity	Duration	EF
No	LS	Discription		LF

**Gambar 3.3** Denah pada *Node* PDM

(Sumber: Soeharto, 1999)

Keterangan:

ES = Earliest Start, waktu mulai paling awal suatu kegiatan.

EF = Earliest Finish, waktu selesai paling awal suatu kegiatan.

Jika hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu adalah ES kegiatan berikutnya.

LS = Latest Start, waktu paling akhir kegiatan boleh mulai.

Yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan

LF = Latest Finish, waktu paling akhir kegiatan boleh selesai.

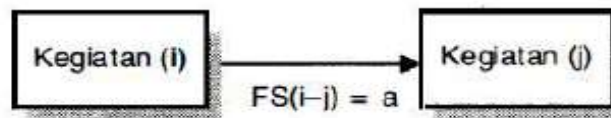
Hubungan antar kegiatan dalam metode ini ditunjukkan oleh sebuah garis penghubung yang dapat dimulai dari kegiatan kiri ke kanan, atau dari kegiatan atas ke bawah.

b. Tanda Konstrain Pada Jaringan Kerja

Pada metode PDM anak panah (konstrain) hanya digunakan sebagai penghubung atau memberikan keterangan hubungan antar kegiatan. 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 2 ujung, yaitu 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 dibutuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (lead) maupun terlambat atau tertunda (lag). Bila kegiatan (i) mendahului (j) dan satuan waktu adalah hari, maka penjelasan lebih lanjut adalah sebagai berikut:

1) Hubungan Finish to Start (FS)

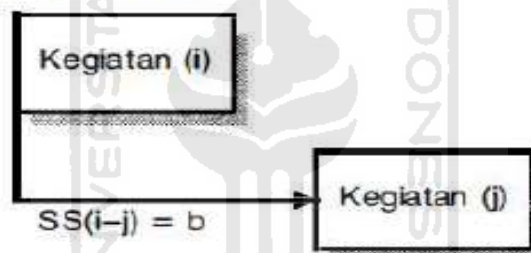
Hubungan ini memberikan keterangan tentang hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan sebelumnya, dapat dijabarkan sebagai FS (i-j) = a, yang artinya kegiatan (J) mulai a hari setelah kegiatan sebelumnya (I) telah selesai. a di sebut juga sebagai load time. Seperti Gambar 3.12 berikut:

**Konstrain FS**

**Gambar 3.4** Hubungan FS pada *node* PDM  
(Sumber: Soeharto, 1999)

## 2) Hubungan Start to Start (SS)

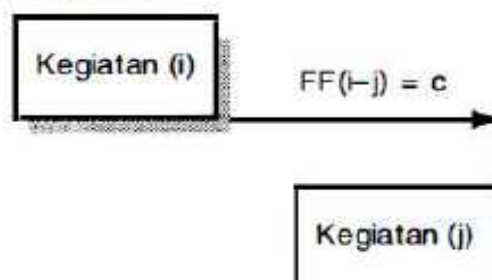
Hubungan ini menjelaskan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan sebelumnya, dapat dijabarkan sebagai  $SS(i-j) = b$ , yang artinya suatu kegiatan (J) dapat dimulai setelah kegiatan (I) mulai  $b$  hari sebelumnya.  $b$  disebut juga sebagai lag time seperti Gambar 3.13 berikut:

**Konstrain SS**

**Gambar 3.5** Hubungan SS pada *node* PDM  
(Sumber: Soeharto, 1999)

## 3) Hubungan Finish to Finish (FF)

Hubungan ini menjelaskan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya suatu kegiatan sebelumnya, dapat dijabarkan sebagai  $FF(i-j) = c$ , yang artinya suatu kegiatan (J) selesai setelah  $c$  hari dari kegiatan sebelumnya selesai terlebih dahulu.  $c$  disebut juga load time seperti Gambar 3.14 berikut:

**Konstrain FF**

### Gambar 3.6 Hubungan FF pada node PDM

(Sumber: Soeharto, 1999)

#### 4) Hubungan Start to Finish (SF)

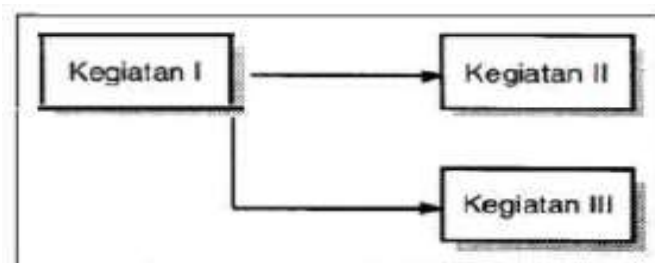
Hubungan ini menjelaskan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan sebelumnya dapat dijabarkan sebagai SF (i-j) = d, yang artinya suatu kegiatan (J) telah selesai dalam d hari dan kegiatan (I) yang sebelumnya dimulai kembali. Artinya sebagian dari porsi kegiatan sebelumnya (I) yang belum selesai dapat diselesaikan setelah kegiatan (J) telah selesai sepenuhnya. d disebut juga *lag time*. Seperti Gambar 3.15 berikut:



### Gambar 3.7 Hubungan SF pada node PDM

(Sumber: Soeharto, 1999)

Kadang-kadang sering juga ditemui suatu kegiatan memiliki hubungan konstrain dengan lebih dari satu kegiatan atau multikonstrain yaitu dua kegiatan dihubungkan oleh lebih dari satu konstrain. Seperti pada Gambar 3.16 dan Gambar 3.17 berikut:



### Gambar 3. 8 Satu kegiatan terhubung pada banyak kegiatan

(Sumber: Soeharto, 1999)

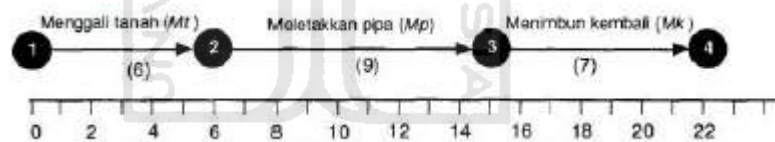


**Gambar 3.9** Multikonstrain antar kegiatan  
(Sumber: Soeharto, 1999)

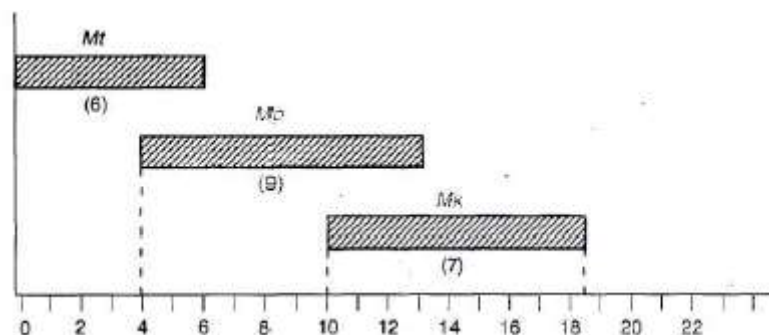
Jadi, dalam menyusun jaringan PDM, khususnya menentukan urutan ketergantungan, mengingat adanya berbagai macam konstrain di atas, maka ada lebih banyak faktor yang harus di perhatikan dibanding CPM.

c. Menyusun jaringan PDM

Setelah membahas komponen, atribut, dan parameter yang berkaitan dengan PDM maka selanjutnya gambar di bawah ini adalah contoh PDM suatu proyek terdiri dari tiga kegiatan lengkap dengan atribut dan parameter yang bersangkutan dan dibuat dalam bentuk *Activity on Arrow* (AOA). Seperti Gambar 3.18 berikut.

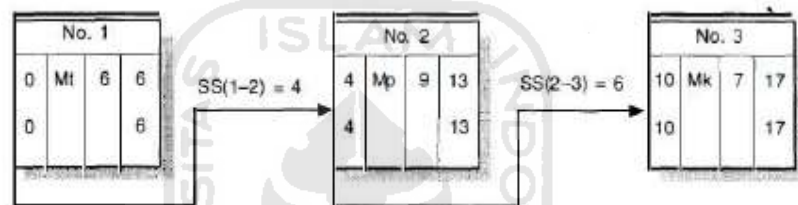


**Gambar 3.10** Contoh jaringan PDM dalam bentuk *Activity on Arrow* (AOA)  
(Sumber: Soeharto, 1999)



**Gambar 3.11** Contoh jaringan PDM dalam bentuk bagan balok  
(Sumber: Soeharto, 1999)

Dari Gambar 3.19 di atas dapat diketahui bahwa dengan adanya kegiatan tumpang tindih, penyelesaian proyek memakan waktu singkat yaitu selama 19 hari. Hal ini disebabkan karena adanya pekerjaan yang tumpang tindih antara kegiatan Mt dengan Mp dan Mp dengan Mk, yaitu setelah Mt berjalan selama 4 hari maka kegiatan Mp berjalan dan setelah Mp berjalan 6 hari kegiatan Mk pun ikut berjalan. Jadi mulainya suatu kegiatan tidak harus menunggu pekerjaan sebelumnya selesai 100% terlebih dahulu. Bila gambar 3.19 di atas disajikan dalam PDM/AON maka gambarnya akan menjadi seperti Gambar 3.20 berikut.



**Gambar 3.12** Contoh kegiatan disusun dalam bentuk *Activity on Node (AON)*

(Sumber: Soeharto, 1999)

#### d. Identifikasi Jalur Kritis

Jalur kritis adalah sebuah rangkaian kegiatan secara berurutan yang bersifat sangat sensitif terhadap kesalahan maupun keterlambatan kerja. Karena apabila sebuah kegiatan kritis terlambat satu hari saja, sedangkan kegiatan-kegiatan lainnya tidak mengalami keterlambatan maka kemungkinan proyek akan mengalami keterlambatan selama satu hari atau mungkin lebih.

Jalur dan kegiatan kritis pada PDM mempunyai ciri-ciri seperti berikut:

- 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 ( $LF-ES=D$ ).

### 3.4 Microsoft Project

*Microsoft Project* merupakan alat bantu atau *tools* yang dapat membantu dalam penyusunan perencanaan dan pemantauan jadwal suatu proyek. Program ini akan memudahkan pengguna dalam merencanakan penjadwalan pada suatu proyek secara terperinci. Untuk pekerjaan pengendalian waktu pada suatu proyek program ini memberikan kemudahan dalam penyimpanan data, mencatat data, dan masukan (*progress input*), sehingga memudahkan penilaian mengenai status proyek. Program ini juga mempermudah dalam melakukan perencanaan penyelesaian pada proyek yang mengalami keterlambatan. Dalam mengoperasikan program ini berurutan dari tahap pemasukan data, *editing*, *checking* dan *printing* semua perintah pengoperasiannya dapat dilihat melalui menu bar, dengan input sederhana dan menghasilkan sebuah *output*. Pada pengelolaannya *Microsoft Project* menggabungkan tiga metode penjadwalan yang telah dikenal dalam manajemen konstruksi yaitu sebagai berikut:

1. PERT (*Program Evaluation and Review Technic*).
2. PDM (*Precedence Diagram Method*).
3. *Gantt Chart*.

Tujuan dilakukan penjadwalan menggunakan *Microsoft Project* adalah untuk:

1. Mengetahui durasi kerja proyek,
2. Membuat durasi optimum,
3. Mengendalikan jadwal yang dibuat,
4. Mengalokasikan sumber daya (*resources*) yang digunakan

Adapun komponen yang dibutuhkan dalam penjadwalan adalah:

1. Kegiatan (rincian tugas, tugas utama),
2. Durasi kegiatan untuk tiap pekerjaan,
3. Hubungan setiap kegiatan,
4. Resources (tenaga kerja pekerja dan bahan).

Langkah-langkah Penjadwalan PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan *Microsoft Project* sebagai berikut:



1. Memasukan tanggal mulai proyek. Pilih menu *project* lalu pilih *project information*. Selanjutnya pilih jenis perhitungan tanggal (*schedule form*) yaitu *project start date* atau *project finish date*, (pilih salah satu).
  - a. *Start date*, yang dimasukkan adalah tanggal mulainya proyek.
  - b. *Finish date*, yang dimasukkan adalah tanggal selesainya proyek.
2. *Curent date*, bagian ini untuk memasukkan tanggal selesainya proyek.
3. *Calender*, didalamnya terdapat macam-macam penanggalan yang sudah disediakan sehingga bias digunakan, yaitu *2 hours, night shift, standart*.
4. Mengisi *Task Name*.
  - a. Klik menu *project* pada kolom *task name*.
  - b. Ketik nama pekerjaan.
  - c. Lalu klik *enter*.
5. Memasukkan Nilai *Duration (days)*.
6. Memasukkan Nilai *Predecessor*.

### 3.5 Keterlambatan

Suatu pekerjaan sudah ditargetkan harus selesai pada waktu yang telah ditetapkan namun karena suatu alasan tertentu tidak dapat dipenuhi maka dapat dikatakan pekerjaan itu mengalami keterlambatan. Hal ini akan berdampak pada perencanaan semula serta pada masalah keuangan. Keterlambatan yang terjadi dalam suatu proyek konstruksi akan memperpanjang durasi proyek atau meningkatkan biaya maupun keduanya. Adapun dampak keterlambatan pada klien atau owner adalah hilangnya kesempatan untuk menempatkan sumber dayanya ke proyek lain, meningkatkan biaya langsung yang dikeluarkan yang berarti bahwa bertambahnya pengeluaran untuk gaji karyawan, sewa peralatan dan lain sebagainya serta mengurangi keuntungan (Levis dan Atherley ,1996).

Suatu pekerjaan sudah ditargetkan harus selesai pada waktu yang telah ditetapkan namun karena suatu alasan tertentu tidak dapat dipenuhi maka dapat dikatakan pekerjaan itu mengalami keterlambatan. Hal ini akan berdampak pada perencanaan semula serta pada masalah keuangan. Keterlambatan yang terjadi dalam suatu proyek konstruksi akan memperpanjang durasi proyek atau

meningkatkan biaya maupun keduanya. Adapun dampak keterlambatan pada klien atau owner adalah hilangnya kesempatan untuk menempatkan sumber dayanya keproyek lain, meningkatkan biaya langsung yang dikeluarkan yang berarti bahwa bertambahnya pengeluaran untuk gaji karyawan, sewa peralatan dan lain sebagainya serta mengurangi keuntungan (Levis dan Atherley, 1996).

### 3.5.1 Penyebab Keterlambatan

Levis dan Atherley (1996) mengelompokkan penyebab-penyebab keterlambatan pada suatu proyek menjadi tiga yaitu:

1. *Excusable Non - Compensable Delays*, penyebab keterlambatan yang paling sering mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek pada keterlambatan tipe ini adalah:
  - a. *Act of God*, seperti gangguan alam antara lain gempa bumi, letusan gunung api, banjir, kebakaran, dan lain-lain.
  - b. *Forse majeure*, termasuk didalamnya adalah semua penyebab *Act of God*, kemudian perang, keributan, demonstrasi, pemogokan karyawan, dan lain -lain.
  - c. Cuaca, ketika cuaca buruk dan melebihi kondisi normal maka hal ini menjadi sebuah faktor penyebab keterlambatan yang dapat dimaafkan (*Excusing Delay*).
2. *Excusable Compensable Delays*, keterlambatan ini disebabkan oleh *owner client*, kontraktor berhak mendapatkan atas perpanjangan waktu dan claim atas keterlambatan tersebut. Penyebab keterlambatan yang termasuk dalam *compensable* dan *excusable delay* adalah:
  - a. Terlambatnya penyerahan secara total lokasi (*site*) proyek
  - b. Terlambatnya pembayaran kepada pihak kontraktor
  - c. Kesalahan pada gambar dan spesifikasi
  - d. Terlambatnya pendetailan pekerjaan
  - e. Terlambatnya persetujuan atas gambar-gambar fabrikasi
3. *Non-Excusable Delays*, Keterlambatan ini merupakan sepenuhnya tanggung jawab dari kontraktor, karena kontraktor memperpanjang

waktu pelaksanaan pekerjaan sehingga melewati tanggal penyelesaian yang telah disepakati, yang sebenarnya penyebab keterlambatan dapat diprediksi dan dihindari oleh kontraktor. Dengan demikian pihak *owner client* dapat meminta *monetary damages* untuk keterlambatan tersebut. Adapun penyebabnya antara lain:

- a. Kesalahan mengkoordinasikan pekerjaan, bahan, dan peralatan
- b. Kesalahan pada pengelolaan keuangan proyek
- c. Keterlambatan pada penyerahan *shop drawing* atau gambar kerja.
- d. Kesalahan pada mempekerjakan pekerja yang ahli.

### 3.5.2 Dampak Keterlambatan

Keterlambatan akan berdampak pada perencanaan awal terutama pada masalah keuangan. Keterlambatan dalam suatu proyek konstruksi akan memperpanjang dari durasi proyek atau meningkatkan biaya proyek maupun keduanya. Adapun dampak keterlambatan pada owner adalah hilangnya potensial income dari fasilitas yang dibangun tidak sesuai waktu yang direncanakan, sedangkan pada kontraktor adalah hilangnya kesempatan untuk menempatkan sumber dayanya ke proyek lain dan meningkatnya biaya tidak langsung (*indirect cost*) karena bertambahnya pengeluaran untuk gaji karyawan, sewa peralatan serta mengurangi keuntungan (Levis dan Atherley, 1996).

### 3.6 Pengendalian Proyek

Pengendalian merupakan salah satu fungsi dari manajemen proyek yang bertujuan agar pekerjaan-pekerjaan dapat berjalan mencapai sasaran tanpa banyak penyimpangan. SS R.J. Mockler, 1972, dalam Soeharto (1995) memberikan pengertian tentang pengendalian. Menurutnya, pengendalian proyek adalah suatu usaha sistematis untuk menentukan standar yang sesuai dengan sasaran perencanaan, merancang sistem informasi, membandingkan pelaksanaan dengan standar, menganalisis kemungkinan adanya penyimpangan antara pelaksanaan dengan standar, serta mengambil tindakan pembetulan yang diperlukan agar

sumberdaya yang digunakan secara efektif dan efisien dalam rangka mencapai sasaran. Dengan adanya pengendalian, maka diharapkan perencanaan yang sudah dibuat dapat dipantau dan dikendalikan penerapannya sesuai dengan sasaran yang telah di tetapkan.

Berdasarkan pengertian diatas maka proses pengendalian proyek dapat diuraikan menjadi langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Menentukan sasaran.
- b. Definisi lingkup kerja.
- c. Menentukan standar dan kriteria sebagai patokan dalam rangka mencapai sasaran.
- d. Merancang/menyusun sistem informasi, pemantauan, dan pelaporan hasil pelaksanaan pekerjaan.
- e. Mengkaji dan menganalisis hasil pekerjaan terhadap standar, kriteria, dan sasaran yang telah ditentukan.
- f. Mengadakan tindakan pembetulan.

Fungsi utama pengendalian adalah memantau dan mengkaji (bila perlu mengadakan koreksi) agar langkah-langkah kegiatan terbimbing ke arah tujuan yang telah ditetapkan. Pengendalian memantau apakah hasil kegiatan yang telah dilaksanakan sesuai dengan patokan yang telah digariskan dan memastikan penggunaan sumber daya yang efektif dan efisien.

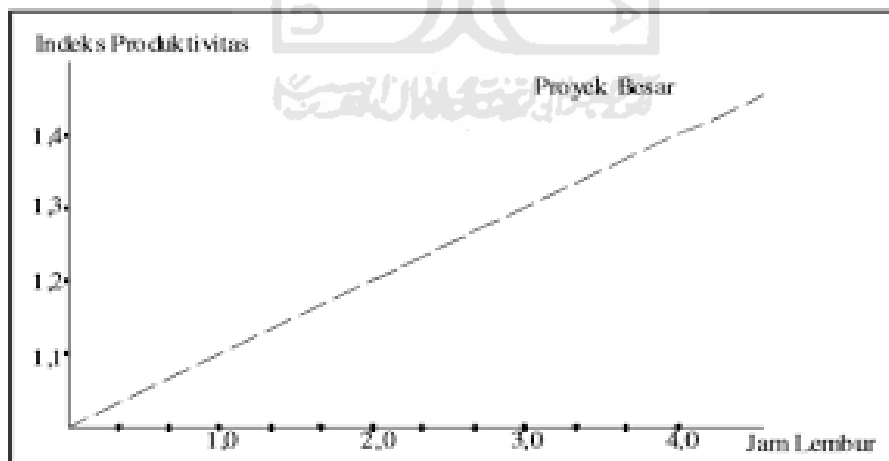
### **3.7 Produktivitas Tenaga Kerja**

Produktivitas didefinisikan sebagai rasio antara *output* dengan *input*, atau rasio antara hasil produksi dengan total sumber daya yang digunakan. Dalam proyek konstruksi, rasio produktivitas adalah nilai yang diukur selama proses konstruksi, dapat dipisahkan menjadi biaya tenaga kerja, material, uang, metoda dan alat. Sukses atau tidaknya proyek konstruksi tergantung pada efektifitas pengelolaan sumber daya (Ervianto, 2002). Sumber daya yang digunakan pada proses proyek konstruksi adalah *material, machines, men, method, dan money*.

### 3.7.1 Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas

Pada penelitian Low pada tahun 1992 yang dilakukan di Singapura. Low telah menyimpulkan bahwa produktivitas dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu *build ability, stucture of industry, training, mechanisation, and automation, foreign labour, standardisation, building control*. Penelitian serupa telah dilakukan di Indonesia oleh Kaming pada tahun 1997. Kaming menyebutkan ada 4 faktor yang mempengaruhi produktivitas, yaitu:

1. Metoda dan teknologi terdiri atas faktor: desain rekayasa, metoda kontruksi, urutan kerja, pengukuran kerja.
2. Manajemen lapangan terdiri atas faktor: perencanaan dan penjadwalan, tata letak lapangan, komunikasi lapangan, manajemen material, manajemen peralatan, manajemen tenaga kerja.
3. Lingkungan kerja terdiri atas faktor, keselamatan kerja, lingkungan fisik, kualitas pengawasan, kaeamanan kerja, latihan kerja, partisipasi.
4. Faktor manusia tingkat upah kerja, kepuasan kerja, insentif, pembagian keuntungan, hubungan kerja mandor-pekerja, hubungan kerja antar sejawat, kemangkiran.



**Gambar 3.21** Grafik Indikasi Penurunan Produktivitas dengan Jam Lembur  
(Sumber: Soeharto, 1999)

### 3.8 Tenaga Kerja

Tenaga kerja merupakan penduduk yang berada dalam usia kerja. Menurut UU No. 13 tahun 2003 Bab I pasal 1 ayat 2 disebutkan bahwa tenaga kerja adalah

setiap orang yang mampu melakukan pekerjaan guna menghasilkan barang atau jasa baik untuk memenuhi kebutuhan sendiri maupun untuk masyarakat. Secara garis besar penduduk suatu negara dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu tenaga kerja dan bukan tenaga kerja. Penduduk tergolong tenaga kerja jika penduduk tersebut telah memasuki usia kerja. Batas usia kerja yang berlaku di Indonesia adalah berumur 15 tahun – 64 tahun. Menurut pengertian ini, setiap orang yang mampu bekerja disebut sebagai tenaga kerja. Ada banyak pendapat mengenai usia dari para tenaga kerja ini, ada yang menyebutkan di atas 17 tahun ada pula yang menyebutkan di atas 20 tahun, bahkan ada yang menyebutkan di atas 7 tahun karena anak-anak jalanan sudah termasuk tenaga kerja.

### 3.9 Koefisien Produktivitas Tenaga Kerja

Menurut PUPR Nomor 28/PRT/M/2016, jumlah jam kerja merupakan koefisien tenaga kerja atau kuantitas jam kerja per-satuan pengukuran. Koefisien ini adalah faktor yang menunjukkan waktu yang diperlukan tenaga kerja untuk menyelesaikan suatu volume pekerjaan. Untuk menentukan jumlah tenaga kerja pada suatu pekerjaan konstruksi dapat ditentukan dengan menggunakan pedoman koefisien tenaga kerja pada PUPR Nomor 28/PRT/M/2016. Angka koefisien inilah yang dijadikan sebagai rumus atau pedoma untuk menghitung produktivitas tenaga kerja pada setiap item pekerjaan. Jumlah tenaga kerja sangat relatif, tergantung dari beban kerja utama pekerjaan yang dianalisis. Jumlah total waktu digunakan sebagai dasar menghitung jumlah pekerja yang digunakan.

Berikut adalah koefisien pada Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 kelompok tenaga kerja pada pekerjaan pembesian beton per100 kg dapat dilihat pada Tabel 3.1 di bawah ini.

**Tabel 3.1** Pembesian per 100 kg menurut Permen PUPR 2016

	Kebutuhan	Satuan	Koefisien
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,700
	Tukang besi	OH	0,700
	Kepala tukang	OH	0,070
	Mandor	OH	0,070

Berikut adalah koefisien pada Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 kelompok tenaga kerja pada pekerjaan bekisting lantai dapat dilihat pada Tabel 3.2 di bawah ini.

**Tabel 3.2 Membuat 1 m<sup>2</sup> Bekisting lantai menurut Permen PUPR 2016**

Kebutuhan		Satuan	Koefisien
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,200
	Tukang kayu	OH	0,100
	Kepala tukang	OH	0,010
	Mandor	OH	0,020

Berikut adalah contoh koefisien pada Permen PUPR Nomor 28/PRT/M/2016 kelompok tenaga kerja pada pekerjaan Penuangan beton 1 m<sup>3</sup> dapat dilihat pada Tabel 3.3 di bawah ini.

**Tabel 3.3 Penuangan/menebar beton pelat 1 m<sup>3</sup> menurut Permen PUPR 2016**

Kebutuhan		Satuan	Koefisien
Tenaga kerja	Pekerja	OH	0,064
	Tukang batu	OH	0,244
	Kepala tukang	OH	0,034
	Mandor	OH	0,073

### 3.10 Jumlah Tenaga Kerja

Untuk menentukan jumlah tenaga kerja, dibutuhkan kapasitas tenaga kerja per hari dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kapasitas Kerja} = \frac{1}{\text{Koefisien Tenaga Kerja}}$$

Setelah mendapatkan produktivitas kapasitas pekerja per hari selanjutnya menghitung jumlah tenaga kerja menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Jumlah Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Kapasitas Kerja} \times \text{Durasi Pekerjaan}}$$

### 3.11 Produktivitas Tenaga Kerja

Produktivitas dimaksudkan sebagai hubungan antara hasil fisik atau nyata (barang-barang atau jasa) dengan masukan yang sebenarnya. Proyek konstruksi perlu menggunakan tenaga kerja tenaga kerja seefisien mungkin, maka dari itu suatu proyek konstruksi sangat bergantung pada kinerja dari pekerjanya.

$$\text{Produktivitas Harian} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Jumlah Tenaga Kerja} \times \text{Durasi Pekerjaan}}$$

### 3.12 Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek (*Crashing*)

Salah satu cara untuk mempercepat durasi proyek dalam istilah asingnya adalah *crashing*. Terminologi proses *crashing* adalah dengan mereduksi durasi suatu pekerjaan yang akan berpengaruh terhadap waktu penyelesaian proyek. *Crashing* adalah suatu proses yang disengaja, sistematis, dan analitik dengan cara melakukan pengujian dari semua kegiatan dalam suatu proyek yang dipusatkan pada kegiatan yang berada pada jalur kritis (Ervianto, 2005).

Mempercepat waktu penyelesaian proyek adalah suatu usaha penyelesaian proyek lebih awal dari waktu penyelesaian dalam keadaan normal. Dengan diadakannya percepatan proyek ini akan terjadi pengurangan durasi kegiatan yang akan diadakan *crash program*. Durasi *crashing* maksimum suatu aktivitas adalah durasi tersingkat untuk menyelesaikan suatu aktivitas yang secara teknis masih mungkin dengan asumsi sumber daya bukan merupakan hambatan. Durasi percepatan maksimum dibatasi oleh luas proyek atau lokasi kerja, namun ada empat faktor yang dapat dioptimumkan untuk melaksanakan percepatan pada suatu aktivitas yaitu meliputi penambahan jumlah tenaga kerja, penjadwalan kerja lembur, sistem *shift* kerja, penggunaan peralatan berat dan pengubahan metode konstruksi di lapangan (Frederika, 2010). Adapun tahapan metode *crashing* untuk menganalisis percepatan durasi proyek menurut Ahuja (1994) terdapat langkah-langkah yang perlu diperhatikan sebagai berikut:

1. Menentukan durasi normal dengan menggunakan jaringan kerja dan biaya proyek normal.
2. Menentukan lintasan kritis durasi proyek normal
3. Mentabelkan durasi normal dan durasi yang dipercepat serta semua biaya untuk semua kegiatan.
4. Menghitung dan mentabelkan cost slope dari setiap kegiatan.



5. Mengurangi durasi kegiatan-kegiatan kritis, dimulai dari kegiatan kritis yang mempunyai kombinasi nilai cost slope terkecil. Setiap kegiatan kritis tersebut dipercepat sampai waktu percepatan yang dikehendaki tercapai atau terbentuk lintasan kritis yang baru.
6. Setelah terbentuk lintasan kritis yang baru waktu kegiatan kritis tersebut dipersingkat sehingga mempunyai nilai cost slope terkecil. Apa bila terdapat beberapa lintasan kritis, maka perlu dipersingkat kegiatan-kegiatan pada lintasan kritis secara bersamaan, jika hal tersebut dapat mengurangi durasi proyek secara keseluruhan.
7. Pada setiap langkah, diperiksa apakah terdapat waktu tenggang atau float dalam setiap kegiatan, jika ada maka kegiatan tersebut dapat diperlambat untuk mengurangi biaya proyek.
8. Pada setiap siklus percepatan waktu, dihitung biaya proyek dari durasi proyek yang baru, maentabelkan dan plot titik-titik tersebut ke grafik biaya-waktu proyek.
9. Dilanjutkan sampai tidak ada lagi kemungkinan percepatan yang dapat dilakukan hal ini disebut dengan titik percepatan.

### **3.12.1 Percepatan Dengan Alternatif Penambahan Jam Kerja (Lembur)**

Penambahan jam kerja (lembur) pekerja merupakan salah satu strategi penggunaan metode *Crashing*. Menurut Setyorini dan Wiharjo (2005) menjelaskan bahwa penambahan jam kerja (lembur) dapat dilakukan dengan cara menambah jam kerja setiap harinya, tanpa menambah jumlah tenaga kerja. Kerja lembur memiliki tingkat bahaya dan pekerjaan akan sangat berat. Oleh karena itu kerja lembur harus mendapat tambahan lebih besar dari upah kerja normal. Selain dari adanya penambahan upah, perlu disediakan peralatan tambahan lainnya untuk memfasilitasi pekerjaan seperti lampu, keamanan kerja, fasilitas kesehatan serta dilakukan peningkatan pengawasan kualitas karena menurunnya kemampuan kerja pekerja.

Semakin besar penambahan jam kerja lembur yang diterapkan maka konsekuensinya adalah menimbulkan penurunan produktivitas, hal ini tercantum dalam sub bab 3.8.1 Gambar 3.21. Penurunan produktivitas tenaga kerja pada kerja lembur tersebut disebabkan antara lain: kelelahan pekerja, keterbatasan pandangan pada malam hari, dan keadaan cuaca yang dingin.

Adapun rencana kerja untuk mempercepat durasi sebuah pekerjaan dengan metode penambahan jam kerja adalah:

1. Waktu kerja normal adalah 8 jam (08.00-12.00 dan 13.00-17.00), sedangkan jam lembur dilakukan setelah waktu jam kerja normal.
2. Cara perhitungan harga upah pekerja untuk lembur menurut Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP. 102/MEN/VI/2004 Tentang Waktu Kerja Lembur Dan Upah Kerja Lembur Pasal 11, yang sebelumnya sudah diatur pada pasal 8 perhitungan sebagai berikut:
  - a. Perhitungan upah lembur berdasarkan pada upah bulanan
  - b. Cara menghitung sejam adalah  $\frac{1}{173}$  kali upah sebulan

Rumus:

$$\text{Upah jam lembur pertama} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan}$$

$$\text{Upah jam lembur kedua dan seterusnya} = 2 \times \frac{1}{173} \times \text{upah sebulan}$$

### 3.12.2 Percepatan Dengan Alternatif Sistem *Shift* Kerja

Penggunaan metode *shift* dalam suatu pekerjaan lebih cocok jika durasi yang ditetapkan oleh pemilik proyek sangat singkat. Adapun hal yang harus diperhatikan saat menggunakan metode *shift* misalnya masalah penerangan layanan pendukung, keamanan, dan produktifitas pekerja. Biasanya dengan penggunaan metode *shift*, biaya yang dikeluarkan akan melampaui rencana anggaran yang ditetapkan untuk pengeluaran fasilitas guna layanan kerja. Sehingga dapat dikatakan bahwa penggunaan *shift* dalam suatu pekerjaan akan menambah biaya yang harus dikeluarkan (Ervianto, 2005). Namun, secara drastis dapat mereduksi durasi pekerjaan hingga mencapai 50% dari durasi yang ditetapkan (Edward M, 1986).

Masalah yang biasanya muncul pada penggunaan metode *shift* kerja berkaitan dengan kurang effisiensinya komunikasi antar tenaga kerja, kondisi kesehatan yang buruk, kinerja pekerjaan yang buruk, dan kondisi mental dan fisik yang tidak sehat dan bahkan keamanan pada saat bekerja (Penkala (1997) dan Huug (1992) dalam Hanna, 2008). Dampak terbesar lainnya dalam metode *shift* adalah kurangnya waktu tidur tenaga kerja dan tubuh tidak mudah untuk menyesuaikan siklus tidur yang baru. Siklus tidur yang kurang teratur dan bekerja yang tidak sesuai dengan waktu normal akan mempengaruhi kesehatan para tenaga kerja dan performa kerjanya. Penyesuaian ritme tubuh ke siklus kerja baru membutuhkan waktu 7-12 hari (Costa (1996) dalam Hanna, 2008) atau 24 sampai 30 hari (Fly (1980) dalam Hanna, (2008). Beberapa masalah tersebut yang akan mempengaruhi penurunan produktivitas tenaga kerja, angka koefisien penurunan produktivitas dalam persen telah diketahui sebesar 11% – 17% dan biaya langsung kerja *shift* biasanya dikenakan biaya tambahan sebesar 15% untuk upah pekerja dari upah pekerja normal (Hanna ,2008).

### 3.13 Komponen Struktur Gedung

Bangunan gedung adalah wujud fisik dari hasil pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian (tempat tinggal), kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus (pasal 1 angka 1 UU Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung). Adapun bagian-bagian dari struktur bangunan gedung, dimana ketiga komponen ini merupakan komponen yang sangat penting yaitu:

#### 1. Kolom

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang berfungsi menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil (Dipohusodo, 1994). Kolom merupakan salah satu pekerjaan beton bertulang. Kolom beton (tiang beton) adalah beton bertulang

yang diletakkan dengan posisi vertikal. Kolom berfungsi sebagai pengikat pasangan dinding bata dan penerus beban dari atas menuju sloof yang kemudian diterima oleh pondasi.

Langkah teknis pada pekerjaan kolom adalah sebagai berikut:

- a. Pemasangan kolom proses pekerjaan pemasangan sebagai berikut:
  - 1) Pemasangan tulangan utama.
  - 2) Selanjutnya adalah pemasangan sengkang, setiap pertemuan antara tulangan utama dan sengkang diikat oleh kawat dengan sistem silang.
  - 3) Setelah tulangan selesai dirakit, untuk besi tulangan precast diangkut dengan menggunakan *Tower Crane* ke posisi yang akan dipasang.
- b. Pemasangan bekisting kolom
 

Pemasangan bekisting kolom dilaksanakan apabila pelaksanaan pemasangan tulangan telah selesai dilaksanakan. Berikut ini adalah uraian mengenai proses pembuatan bekisting kolom:

  - 1) Bersihkan area kolom dan marking posisi bekisting kolom.
  - 2) Marking sepatu kolom sebagai tempat bekisting.
  - 3) Pasang sepatu kolom pada tulangan utama atau tulangan sengkang.
  - 4) Pasang sepatu kolom dengan marking yang ada.
  - 5) Atur kelurusan bekisting kolom dengan memutar push pull.
  - 6) Setelah tahapan diatas telah dikerjakan, maka kolom tersebut siap dicor.
- c. pengecoran kolom, langkah-langkah kerja pekerjaan pengecoran kolom adalah sebagai berikut:
  - 1) Persiapan pengecoran Sebelum dilaksanakan pengecoran, kolom yang akan dicor harus benar-benar bersih dari kotoran agar tidak membahayakan konstruksi dan menghindari kerusakan beton.
  - 2) Pelaksanaan pengecoran Pengecoran dilakukan dengan menggunakan bucket cor yang dihubungkan dengan pipa tremi dengan kapasitas bucket sampai 0,9 m<sup>3</sup>. Bucket tersebut diangkut dengan menggunakan Tower crane untuk memudahkan pengerjaan. Penuangan beton dilakukan secara bertahap, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya segregasi yaitu pemisahan agregat yang dapat mengurangi mutu beton. Selama proses pengecoran berlangsung, pemadatan beton menggunakan vibrator. Hal

tersebut dilakukan untuk menghilangkan rongga-rongga udara serta untuk mencapai pemadatan yang maksimal.

## 2. Balok

Balok adalah salah satu pekerjaan struktur. Balok merupakan bagian struktur yang digunakan sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom lantai atas. Fungsinya adalah sebagai rangka penguat beban horizontal bangunan. Apabila suatu balok bentangan sederhana menahan beban yang mengakibatkan timbulnya momen lentur akan terjadi deformasi (regangan) lentur di dalam balok tersebut (Dipohusodo,1994).

Tahapan-tahapan pekerjaan pada balok yaitu:

- 1) Tahap awal merangkai *scaffolding* pada bagian bawah balok yang akan dilakukan pembuatan bekisting dan penulangan, ketinggian *scaffolding* disesuaikan dengan ketinggian balok berdasarkan gambar kerja. Setelah *scaffolding* terangkai maka dilakukan pemasangan alat bantu memasang tulangan dan dilakukan penyusunan *hollow* sebagai penumpu bekisting balok.
- 2) Kemudian dilakukan pemasangan bekisting menggunakan papan kayu *multiplex*, lalu disusun sejajar dengan tinggi sisi balok di kedua sisi balok, tanpa menutup bagian atas bekisting agar pekerjaan pengecoran bisa dilakukan. Pada kedua sisi balok diberi beton tahu yang dipasang pada tulangan terluar, agar tulangan tidak menempel dengan bekisting dan tebal selimut beton terpenuhi.
- 3) Pada sisi luar bekisting balok dipasang penyangga agar tidak terjadi deformasi ukuran balok saat pengecoran karena berat dari beton.
- 4) Setelah pemasangan bekisting selesai maka dilakukan perangkaian besi tulangan balok yang telah dipotong dan dibengkokkan sesuai dengan gambar kerja. Setiap penyusunan tulangan, antara tulangan pokok dan tulangan sengkang diikat dengan kawat bendrat agar susunannya tidak berubah. Jarak antar sengkang disesuaikan dengan gambar rencana

berdasarkan spesifikasi jenis balok. Pada bagian bawah tulangan balok diberi beton tahu untuk menjaga jarak selimut beton dengan tulangan balok.

- 5) Setelah tulangan dirangkai lalu selanjutnya dilakukan pengecoran balok bersamaan dengan pelat lantai, akan tetapi pengecoran dilakukan pada bagian balok terlebih dahulu. Kemudian digetarkan menggunakan *vibrator* agar tidak terjadi segregasi.
- 6) Pada balok yang sudah selesai dicor dan sudah didiamkan selama  $\pm 7$  hari kemudian bekisting dan *scaffolding* penyangga balok dilepaskan.

### 3. Pelat

Pelat beton bertulang merupakan sebuah bidang datar yang lebar, biasanya mempunyai arah horizontal dengan permukaan bawah dan atasnya sejajar atau mendekati sejajar. Pelat beton bertulang berfungsi untuk memikul beban yang merata yang bekerja pada seluruh luas permukaannya, pelat ditumpu oleh balok.

Adapun tahapan pekerjaan pelat adalah sebagai berikut ini.

- a. Tahap awal untuk pekerjaan pelat lantai adalah dengan merangkai *scaffolding* pada bagian bawah pelat lantai yang akan dilakukan pembuatan bekisting dan penulangan, ketinggian *scaffolding* disesuaikan dengan ketinggian pelat lantai berdasarkan gambar kerja. Setelah *scaffolding* terangkai maka dilakukan penyusunan *hollow* untuk penumpu bekisting pelat lantai. Hal ini dimaksudkan agar bekisting pelat lantai kuat untuk menahan beban beton cor pada pelat lantai.
- b. Kemudian dilakukan pemasangan bekisting (*multiplex* ketebalan 12mm) sesuai dengan ukuran pelat lantai. Setelah itu dilakukan pemasangan tulangan pelat lantai sesuai dengan gambar kerja. Pada bagian bawah penulangan pelat diberi tahu beton untuk selimut beton.
- c. Setelah tulangan pelat lantai selesai dirangkai sesuai dengan gambar rencana maka dilakukan pengecoran. Pengecoran beton disalurkan menggunakan *concrete pump truck*. Setelah beton tertuang ke dalam area pelat kemudian digetarkan menggunakan alat *vibrator* agar tidak terjadi segregasi.

- d. Pembongkaran bekisting pada pelat lantai dilakukan setelah pelat lantai berumur selama  $\pm 7$  hari, sehingga beton yang dicetak tidak mengalami kerusakan pada saat pembongkaran.



## **BAB IV**

### **METODE PENELITIAN**

#### **4.1 Metode Penelitian**

Metode penelitian adalah langkah-langkah dan rencana dari proses berfikir dan memecahkan masalah yang di mulai dari penelitian pendahuluan, penemuan masalah, pengamatan, pengumpulan data baik dari referensi tertulis maupun (observasi) langsung di lapangan.

Pada bab ini membahas tentang objek dan subjek penelitian, teknik pengumpulan data, jenis data, teknik pengolahan data, waktu penelitian, lokasi penelitian, dan tahapan penelitian. Setelah data-data terkumpul maka dilakukan pengolahan data, setiap data yang telah diolah, maka dilanjutkan dengan menganalisa studi kasus yang ada.

Analisis data menggunakan metode analitis. Analitis berarti data yang sudah ada diolah sehingga menghasilkan hasil akhir yang dapat disimpulkan.

#### **4.2 Objek dan Subjek Penelitian**

Objek dalam penelitian ini adalah proyek pembangunan gedung Apartemen Yudhistira Tower yang terletak di Jl. Palagan Tentara Pelajar KM. 7, Mudal, Sariharjo, Kec. Ngaglik, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581. Subjek penelitian adalah Percepatan Waktu (Crashing) Menggunakan Sistem *Shift* dan Jam Lembur Empat Jam.

#### **4.3 Lokasi Penelitian**

Lokasi pengambilan data untuk penelitian berada di Proyek Pembangunan Apartmen Yudhistira Tower, Jl. Palagan Tentara Pelajar KM. 7, Mudal, Sariharjo, Kec. Ngaglik, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581, dapat dilihat pada bab 1 Gambar 1.1.



#### 4.4 Waktu Penelitian

Penelitian ini di mulai pada tanggal 22 Agustus 2019, dilakukan observasi dan wawancara kepada Pak Fikri sebagai Manajer Manajemen Konstruksi dan Mbak Yova sebagai Pelaksana dari Kontraktor yang bekerja pada Proyek Pembangunan Apartemen Yudhistira Tower. Pada saat melakukan observasi dan pengamatan diketahui bahwa proyek sedang dilaksanakan pekerjaan struktur di lantai 9. Proyek ini mengalami keterlambatan dari jadwal rencana yang telah dibuat. Selanjutnya akan dilakukan wawancara pada jam istirahat, dikarenakan pada jam tersebut merupakan waktu yang optimal untuk melakukan penelitian.

#### 4.5 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data ialah teknik untuk mendapatkan informasi atau dokumentasi proses pengerjaan proyek yang akan diamati. Pada penelitian ini dilakukan wawancara langsung dengan pihak yang terkait dengan sumber data, dalam hal ini adalah wawancara dengan pelaksana Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Yudhistira Tower serta pengamatan langsung (*observasi*).

Berikut hal-hal yang ingin diambil :

- a. Data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari hasil pengamatan terhadap pelaksanaan proyek dengan cara pengamatan langsung (*observasi*), dan wawancara (*interview*). Adapun data primer pada penelitian ini ialah volume mulaiya analisis pada lantai 9, durasi pekerjaan struktur lantai 9 hingga Roof & LMR, urutan pekerjaan proyek, dan hubungan keterkaitan antar aktifitas pekerjaan struktur dari lantai 9 sampai lantai Roof & LMR.

Adapun lampiran-lampiran yang akan digunakan untuk pengambilan data primer di lapangan adalah sebagai berikut.

**Tabel 4. 1** Volume Pekerjaan Struktur

No	Pekerjaan	Volume (m3)
Kolom	<b>Kolom Lt. 9</b>	
Pelat & Balok	<b>Plat &amp; Balok Lt. 9</b>	

Dilanjutkan sampai lantai Roof & LMR.

**Tabel 4.2** Tabel Data Wawancara Durasi Pekerjaan

No	Pekerjaan	Durasi (Hari)	Tergantung Pada
Kolom	<b>Kolom Lt. 9</b>		
1	Pembesian		
2	Bekesting		
3	Pengecoran		
Plat & Balok	<b>Plat &amp; Balok Lt. 9</b>		
1	Pembesian		
2	Bekesting		
3	Pengecoran		

Dilanjutkan sampai lantai Roof & LMR.

**Tabel 4.3** Daftar Harga Upah Pekerja

No	Jenis Upah	Satuan	Harga
1	Mandor	oh	
2	Kepala Tukang	oh	
3	Tukang kayu	oh	
4	Tukang besi	oh	
5	Tukang cor	oh	
6	Pekerja	oh	

**A. DATA RESPONDEN**

1. Nama :
2. Jenis Kelamin :
3. Umur :
4. Berapa lama bekerja pada bidang konstruksi :  
a. < 5 th      b. 5-10 th      c. 10-15 th      d. 15-20 th      e. > 20 th
5. Pendidikan terakhir :  
a. SD    b. SMP/SLTP    c. SMA/SLTA/SMK    d. D3    e. S1    f. Lainnya

Dengan ini menyatakan bahwasannya mahasiswa di bawah ini,

Nama : Fajar Juniza

NIM : 13511312

Benar telah mengambil data proyek Pembangunan Gedung Fakultas Hukum UII melalui wawancara.

Yogyakarta, 15 Juli 2019

Responden

**Gambar 4.1** Informasi Data Responden

- b. Data sekunder merupakan data pendukung dalam penelitian ini. Pengumpulan data sekunder berupa buku-buku *literature*, laporan penelitian terdahulu, *Time schedule* proyek, dan Gambar proyek.

#### **4.6 Langkah Penelitian**

Langkah penelitian merupakan tahapan-tahapan yang akan dilakukan untuk menganalisa dan menyelesaikan penelitian ini. Tahapan-tahapan yang akan dilakukan adalah sebagai berikut.

##### **4.6.1 Identifikasi Masalah**

Identifikasi masalah merupakan suatu tindakan yang dibutuhkan untuk menentukan masalah yang dapat dijadikan topik penelitian. Identifikasi masalah dibutuhkan untuk menentukan pokok masalah yang akan dijadikan sebuah topik penelitian yang kemudian dikerucutkan menjadi sebuah judul penelitian. Setelah topik dan judul penelitian didapatkan, langkah selanjutnya adalah mendiskusikan dan mengkonsultasikan topik dan judul tersebut kepada dosen pembimbing. Dari hasil konsultasi tersebut didapatkan keputusan apakah judul dan topik penelitian dapat digunakan sebagai sebuah penelitian atau tidak.

##### **4.6.2 Pengambilan Data**

Dalam sebuah penelitian membutuhkan data-data yang berguna untuk mempermudah dalam melakukan analisis sehingga penelitian tersebut dapat memiliki hasil yang baik. Pada sub bab sebelumnya yaitu sub bab 4.5 telah dijelaskan data-data apa saja yang akan dibutuhkan dalam penelitian ini. Data tersebut didapatkan dengan kunjungan ke lokasi penelitian melakukan wawancara kepada pihak proyek dan observasi langsung di proyek.

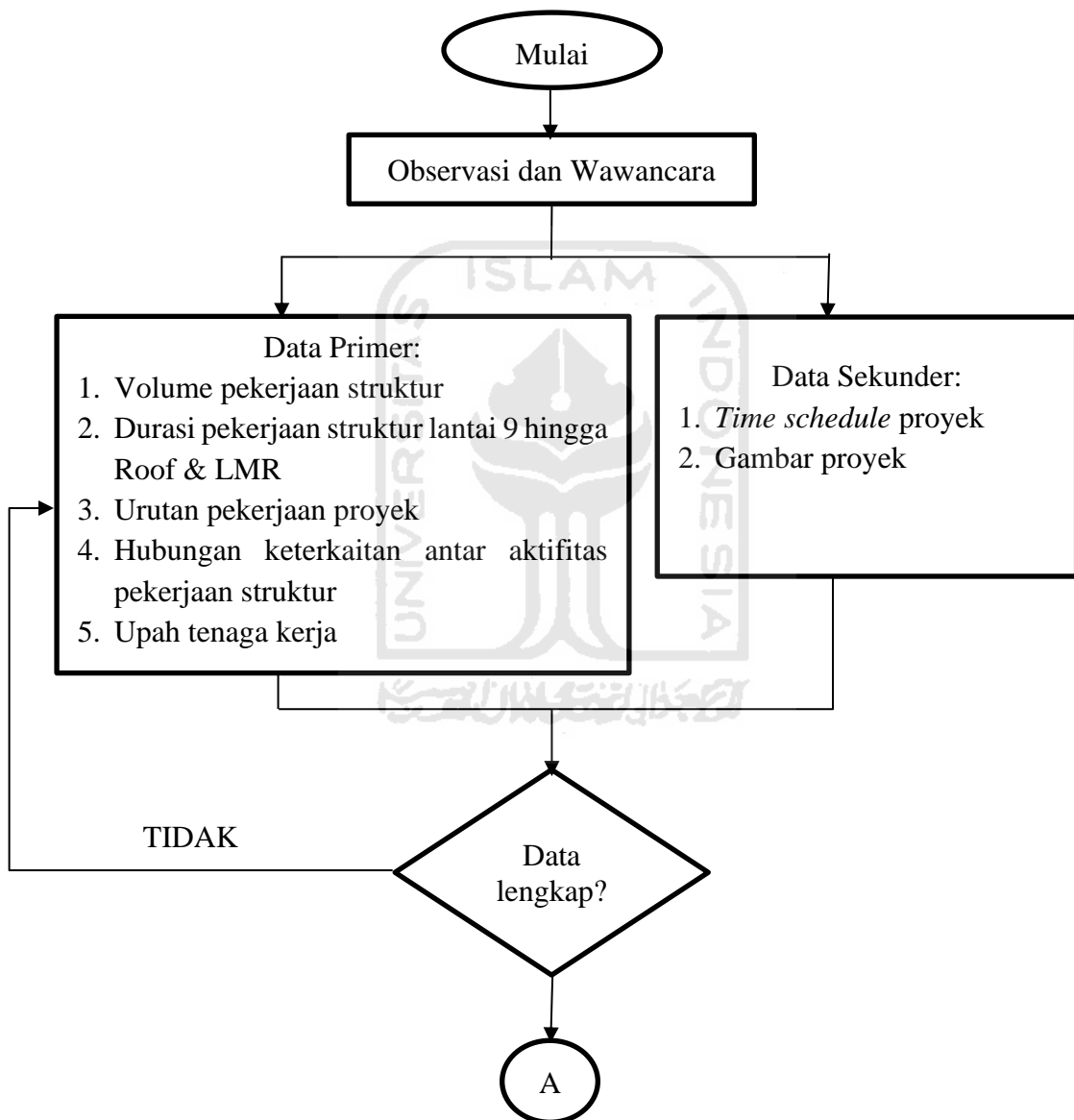
### 4.6.3 Tahapan Pengolahan Data

Pengolahan data dalam penelitian ini akan menggunakan penjadwalan metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan bantuan *Microsoft Project* dan setelah itu melakukan percepatan (*Crashing*) menggunakan sistem lembur empat jam dan sistem *shift*. Data yang telah dikumpulkan diolah dan dianalisis dengan tahapan sebagai berikut.

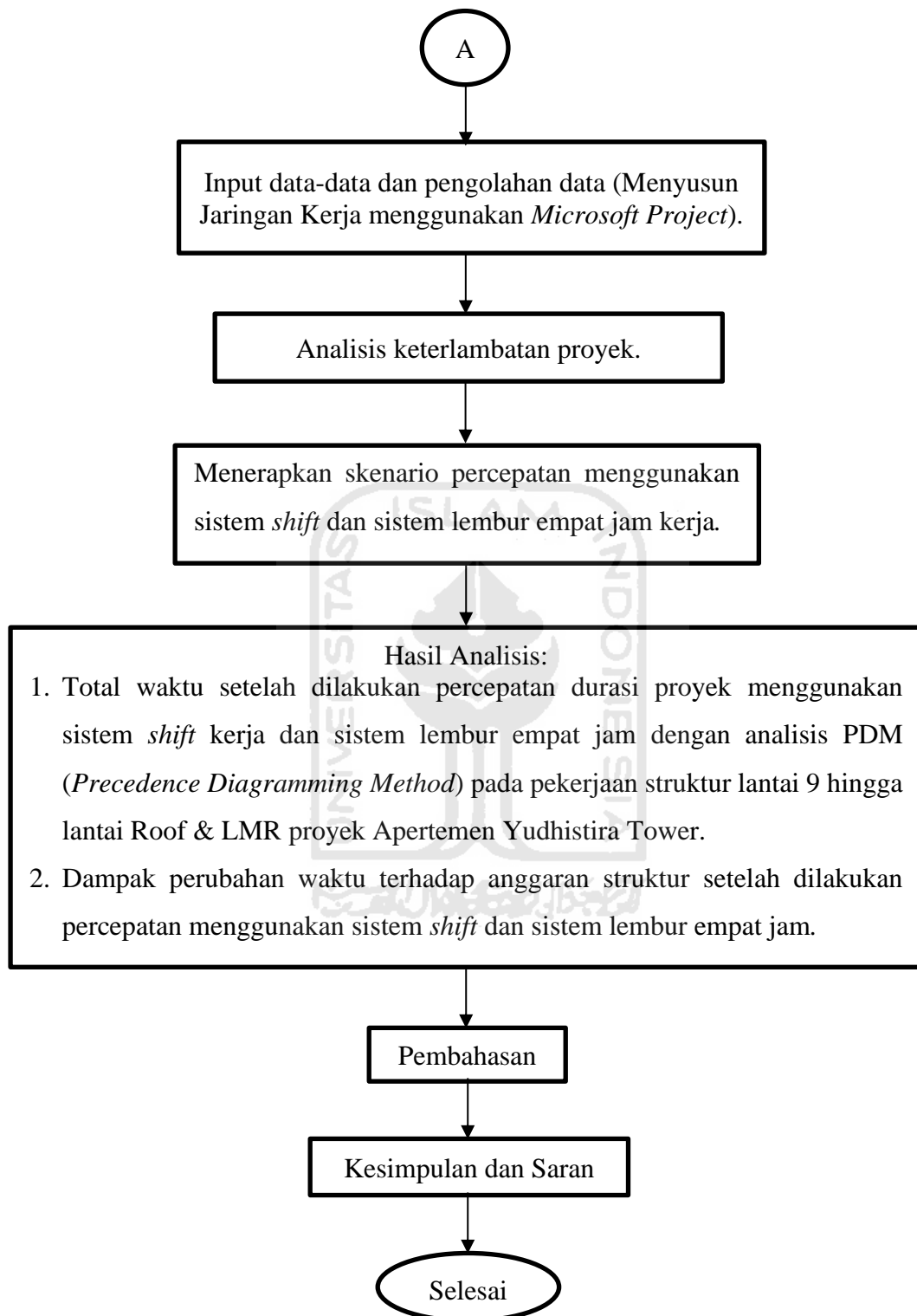
1. Menentukan durasi waktu masing-masing pekerjaan.
2. Menentukan hubungan ketergantungan antar pekerjaan dari *schedule existing*.
3. Membuat time schedule PDM (*Precedence Diagram Method*) pada *Microsoft Project* berdasarkan *schedule existing*.
4. Menghitung produktivitas pekerja per hari.
5. Menentukan jumlah tenaga kerja per hari.
6. Menghitung upah tenaga kerja.
7. Analisis keterlambatan pada proyek.
8. Menerapkan skenario *Crashing*, perhitungan percepatan waktu dan biaya percepatan menggunakan alternatif percepatan yang telah dipilih yaitu dengan metode sistem *shift* dan sistem lembur empat jam. Sehingga output yang didapatkan berupa waktu dan biaya setelah dilakukan analisis percepatan yang selanjutnya akan dilihat dampak perubahan waktu terhadap anggaran struktur. Berikut langkah – langkah penerapan skenario *Crashing*:
  - a. Menghitung produktivitas tenaga kerja per hari.
  - b. Menghitung durasi waktu pekerjaan setelah dilakukan percepatan lembur empat jam dan pekerja per *shift*.
  - c. Menghitung biaya lembur empat jam dan per *shift*.

#### 4.7 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian atau *flowchart* bertujuan untuk memecahkan permasalahan yang menggambarkan proses saat memulai penelitian hingga penelitian selesai secara berurutan dengan sistematis dan skematis. Adapun kerangka penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1 di bawah ini.



**Gambar 4 1** Bagan Aliran Penelitian



**Gambar 4.1** Lanjutan Bagan Aliran Penelitian

## BAB V

### ANALISIS DAN PEMBAHASAN

#### 5.1 Tinjauan Umum

Pada bab ini menjelaskan hasil penelitian dan analisis data yang dimulai dari pengumpulan data yang dibutuhkan, pengolahan data hingga pembahasan. Data dalam penelitian ini merupakan hasil *observasi* dan wawancara dengan pihak Proyek pembangunan Apartemen Yudhistira Tower. Dari hasil observasi dan wawancara tersebut dilakukan percepatan jadwal (*crashing*) menggunakan sistem *shift* dan sistem lembur empat jam menggunakan *Microsoft Project 2016* pada pekerjaan struktur lantai 9 Segmen B hingga lantai Roof & LMR dan mengetahui dampak perubahan waktu terhadap biaya struktur.

Analisis ini dilakukan mulai pada pekerjaan struktur lantai 9 Segmen B hingga lantai Roof & LMR karna pada saat melakukan observasi dan pengamatan pada proyek Apartemen Yudhistira Tower diketahui bahwa proyek sedang dilaksanakan pekerjaan struktur di lantai 9 Segmen A sehingga analisis di lakukan mulai pada struktur di lantai 9 Segmen B. Pada pekerjaan struktur pembangunan proyek Apartemen Yudhistira Tower ini, metode kerja yang diterapkan ialah dibagi menjadi 2 Segmen yaitu Segmen A dan Segmen B seperti terlihat pada Gambar di bawah ini.



**Gambar 5.1** Pekerjaan Struktur Per Segmen

Percepatan yang akan di analisis hanya difokuskan pada pekerjaan struktur proyek. Sebelum dilakukan penelitian, terlebih dahulu dilakukan analisis data proyek berupa *Time Schedule Existing* dan Biaya pada proyek. Kemudian dilakukan analisis keterlambatan pada pekerjaan struktur proyek. Data-data yang diperoleh dari proyek tersebut akan dianalisis kembali untuk mendapatkan waktu penyelesaian proyek yang lebih cepat dengan cara membuat jam kerja sistem *shift* dan sistem lembur empat jam. Untuk menganalisa biaya proyek dipakai program *Microsoft Excel 2016* dan untuk mengetahui perubahan biaya proyek sebelum dan setelah percepatan, diperlukan data-data yang dimasukkan ke dalam *Microsoft Excel 2016*, mencakup data upah tenaga kerja untuk setiap pekerjaan.

## 5.2 Data Proyek

### 5.2.1 Lokasi Proyek

Lokasi pengambilan data untuk penelitian berada di lokasi Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Yudhistira Tower, dapat dilihat pada bab 1 Gambar 1.1.

Pada lokasi proyek tersebut dibatasi oleh beberapa bangunan, diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Sebelah Utara : Sawah dan Perumahan
2. Sebelah Selatan : Perumahan
3. Sebelah Timur : Perumahan
4. Sebelah Barat : Ballroom The Alana Yoyakarta Hotel

### 5.2.2 Data Awal Proyek

Data umum proyek pembangunan Gedung Apartemen Yudhistira Tower sebagai berikut :

1. Nama Proyek : Apartemen Yudhistira Tower
2. Lokasi Proyek : Jl. Palagan Tentara Pelajar KM. 7, Mudal, Sariharjo, Kec. Ngaglik, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55581
3. Pemilik Proyek : PT. Saraswati Indoland Development



4. Periode Pekerjaan : 02 September 2019 – 29 Desember 2019  
Struktur (119 hari)
5. Konsultan Perencana : Ir. Dudang; Mulyono; Ir. Agus Jamal, M. Eng
6. Kontraktor Pelaksana : PT. Anugerah Hatatah Indah
7. Konsultan Pengawas : Manajemen Konstruksi Yudhistira
8. Biaya Total : Rp 90.000.000.000  
(Struktur)
9. Jam Kerja Lembur : Senin s/d Minggu (08:00-12:00, 13:00-17:00, dan 08:00-22:00)
10. Jam Kerja *Shift* : Pagi (08:00-17:00) dan Malam (18:00-02:00)
11. Jumlah Lantai : 19 Lantai

Berikut data volume pekerjaan struktur per segmen dari lantai 9 segmen B samapi Roof & LMR pada proyek pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.

**Tabel 5.1** Volume Pekerjaan Struktur Per Segmen Dari Lantai 9 hingga Roof & Lmr

Nama Pekerjaan	Volume Per Segmen	Satuan
Pekerjaan Kolom Per Segmen		
Pembesian Kolom	4416.48	Kg
Bekisting Kolom	95.9616	m <sup>2</sup>
Pengecoran Kolom	19.2	m <sup>3</sup>
Pekerjaan Balok Per Segmen		
Bekisting Balok	542.516	m <sup>2</sup>
Pembesian Balok	24991.65	kg
Pengecoran Balok	100.025	m <sup>3</sup>
Pekerjaan Plat Lantai Per Segmen		
Bekisting Plat Lantai	565.605	m <sup>2</sup>
Pembesian Plat Lantai	4351.308	kg
Pengecoran Plat Lantai	67.875	m <sup>3</sup>

Berikut data wawancara durasi *existing* dan hubungan pekerjaan pada pekerjaan struktur per segmen dari lantai 9 segmen B – Roof & LMR proyek pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.

**Tabel 5.2** Data Wawancara Durasi *Existing*

No	Pekerjaan	Durasi (hari)	Hubungan
<b>1</b>	<b>Plat dan Balok Lt. 9 Segmen B</b>		
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
<b>2</b>	<b>Kolom Lt. 9 Segmen B</b>		1SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
<b>3</b>	<b>Plat dan Balok Lt. 10 Segmen A</b>		1SS+6 days
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
<b>4</b>	<b>Kolom Lt. 10 Segmen A</b>		3SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
<b>5</b>	<b>Plat dan Balok Lt. 10 Segmen B</b>		2FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
<b>6</b>	<b>Kolom Lt. 10 Segmen B</b>		5SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	

Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, data wawancara sama seperti pada lantai 9 dan lantai 10 di atas. Adapun *schedule* proyek dan rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 1 dan Lampiran 5.

Berikut data harga upah tenaga kerja yang digunakan disesuaikan dengan upah yang digunakan pada proyek seperti pada Tabel 5.3 dibawah ini.

**Tabel 5.3** Data Harga Satuan Upah Pekerja Harian

No	Jenis Upah	Satuan	Harga (Rupiah)
1	Mandor Bekisting	Oh	125.000
2	Mandor Besi	Oh	125.000
3	Mandor Cor	Oh	125.000
4	Kepala Tukang Bekisting	Oh	100.000
5	Kepala Tukang Besi	Oh	100.000
6	Kepala Tukang Cor	Oh	100.000
7	Tukang kayu	Oh	80.000
8	Tukang besi	Oh	80.000
9	Tukang cor	Oh	80.000
10	Pekerja	Oh	60.000

Berikut angka koefisien analisa harga satuan pekerjaan berdasarkan Permen PUPR No.28/PRT/M/2016. Tentang Pedoman Analisis Harga satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum. Seperti pada Gambar dibawah ini.

**B.21.b** 1 m<sup>2</sup> bekisting lantai beton biasa dengan multiflex 12 mm atau 18 mm (TP)

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,200		
2	Tukang kayu	L.02	OH	0,100		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,010		
4	Mandor	L.04	OH	0,020		

**Gambar 5.2** Koefisien Bekisting Lantai Beton

**B.23.b** 1 m<sup>2</sup> Bekisting balok beton biasa menggunakan multiflex 12 mm atau 18 mm, JAT ≤ 1,0m

No.	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,240		
2	Tukang kayu	L.02	OH	0,120		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,012		
4	Mandor	L.04	OH	0,024		

**Gambar 5.3** Koefisien Bekisting Balok Beton

**B.24.b** 1 m<sup>2</sup> Bekisting kolom beton biasa menggunakan multilex 12 mm atau 18 mm, (TP)

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,220		
2	Tukang kayu	L.02	OH	0,110		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,011		
4	Mandor	L.04	OH	0,022		

**Gambar 5.4** Koefisien Bekisting Kolom Beton

**A.3.3** Koefisien untuk analisa harga satuan pekerjaan pembesian beton

**B.17** Pembesian 100 kg dengan besi polos atau ulir

**B.17.a** Untuk pembesian pelat

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
1	2	3	4	5	6	7
A	Tenaga Kerja					
1	Pekerja	L.01	OH	0,700		
2	Tukang besi	L.02	OH	0,700		
3	Kepala tukang	L.03	OH	0,070		
4	Mandor	L.04	OH	0,070		

**Gambar 5.5** Koefisien Pembesian Beton

**A.4.1.2.11.** Penuangan/menebar beton 1 m<sup>3</sup> komponen untuk pelat

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,064		
	Tukang batu	L.02	OH	0,244		
	Tukang vibrator	L.02	OH	0,128		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,034		
	Mandor	L.04	OH	0,073		

**Gambar 5.6** Koefisien Penuangan Beton Pelat

**A.4.1.2.12.** Penuangan/menebar beton 1 m<sup>3</sup> komponen untuk balok

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,069		
	Tukang batu	L.02	OH	0,242		
	Tukang vibrator	L.02	OH	0,138		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,037		
	Mandor	L.04	OH	0,073		

**Gambar 5.7** Koefisien Penuangan Beton Balok

**A.4.1.2.13.** Penuangan/menebar beton 1 m<sup>3</sup> komponen kolom

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,061		
	Tukang batu	L.02	OH	0,213		
	Tukang vibrator	L.02	OH	0,122		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,033		
	Mandor/Supervisor/ Penyelia	L.04	OH	0,073		

**Gambar 5.8** Koefisien Penuangan Beton Kolom

### 5.3 Analisis Durasi & Biaya Kegiatan *Existing* Proyek

Durasi *existing* proyek ialah 8 jam/hari dan bekerja setiap hari, pekerjaan dimulai dari pukul 08.00 – 12.00 kemudian dilanjutkan lagi pukul 13.00 – 17.00. Untuk menghitung perbedaan waktu dan biaya pada Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower yang menggunakan jam kerja lembur empat jam dan percepatan sistem *shift* yang ingin di analisis maka di butuhkan langkah awal yaitu menghitung pekerjaan *existing* agar mendapat angka produktivitas tenaga kerja per hari dan total jumlah pekerja yang akan digunakan, pendekatan perhitungan dilakukan dengan menggunakan angka koefisien PUPR 2016.

#### 5.3.1 Pendekatan Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

Pendekatan perhitungan produktivitas tenaga kerja per hari digunakan untuk mencari jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan pada setiap pekerjaan, sebelum mendapatkan angka produktivitas dibutuhkan angka koefisien dari tenaga kerja tersebut. Angka koefisien yang digunakan ialah berdasarkan PUPR 2016, produktivitas tenaga kerja dapat dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Produktivitas tenagakerja} = \frac{1}{\text{Koefisien Tenaga Kerja}}$$

(Sumber: Utiahman dan Hineho, 2013)

Berikut contoh perhitungan produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan plat lantai:

1. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B.

Koefisien tenaga kerja

Pekerja = 0,2

Tukang kayu = 0,1

Kepala tukang = 0,01

Mandor = 0,02

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

Pekerja =  $\frac{1}{0.2} = 5 \text{ m}^2/\text{hari}$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= \frac{1}{0.1} = 10 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Kepala tukang} &= \frac{1}{0.01} = 100 \text{ m}^2/\text{hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{1}{0.02} = 50 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

2. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B.

Koefisien tenaga kerja

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 0,7 \\ \text{Tukang besi} &= 0,7 \\ \text{Kepala tukang} &= 0,07 \\ \text{Mandor} &= 0,07 \end{aligned}$$

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{1}{0.7} = 1,428 \text{ kg/hari} \\ \text{Tukang besi} &= \frac{1}{0.7} = 1,428 \text{ kg/hari} \\ \text{Kepala tukang} &= \frac{1}{0.07} = 14,285 \text{ kg/hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{1}{0.07} = 14,285 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

3. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan pengecoran plat lantai 9 segmen B Koefisien tenaga kerja

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 0,069 \\ \text{Tukang cor} &= 0,242 \\ \text{Kepala tukang} &= 0,034 \\ \text{Mandor} &= 0,037 \end{aligned}$$

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{1}{0,069} = 14,492 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Tukang cor} &= \frac{1}{0,242} = 4,132 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Kepala tukang} &= \frac{1}{0,034} = 29,411 \text{ m}^3/\text{hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{1}{0,037} = 13,698 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

Berikut contoh perhitungan produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Balok:

1. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

Koefisien tenaga kerja

Pekerja = 0,24

Tukang kayu = 0,12

Kepala tukang = 0,012

Mandor = 0,024

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

Pekerja =  $\frac{1}{0.24} = 4,166 \text{ m}^2/\text{hari}$

Tukang kayu =  $\frac{1}{0.12} = 8,333 \text{ m}^2/\text{hari}$

Kepala tukang =  $\frac{1}{0.013} = 83,333 \text{ m}^2/\text{hari}$

Mandor =  $\frac{1}{0.024} = 41,666 \text{ m}^2/\text{hari}$

2. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pembesian Balok lantai 9 segmen B.

Koefisien tenaga kerja

Pekerja = 0,7

Tukang besi = 0,7

Kepala tukang = 0,07

Mandor = 0,07

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

Pekerja =  $\frac{1}{0.7} = 1,428 \text{ kg/hari}$

Tukang besi =  $\frac{1}{0.7} = 1,428 \text{ kg/hari}$

Kepala tukang =  $\frac{1}{0.07} = 14,285 \text{ kg/hari}$

Mandor =  $\frac{1}{0.07} = 14,285 \text{ kg/hari}$

3. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pengecoran Balok lantai 9 segmen B Koefisien tenaga kerja

Pekerja = 0,069

$$\text{Tukang cor} = 0,242$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,037$$

$$\text{Mandor} = 0,073$$

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,069} = 14,492 \quad m^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang cor} = \frac{1}{0,242} = 4,132 \quad m^3/\text{hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,037} = 27,027 \quad m^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,073} = 13,698 \quad m^3/\text{hari}$$

Berikut contoh perhitungan produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Kolom:

1. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pembesian Kolom lantai 9 segmen B.

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,7$$

$$\text{Tukang besi} = 0,7$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,07$$

$$\text{Mandor} = 0,07$$

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,7} = 1,428 \quad \text{kg/hari}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{1}{0,7} = 1,428 \quad \text{kg/hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,07} = 14,285 \quad \text{kg/hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,07} = 14,285 \quad \text{kg/hari}$$

2. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Bekisting Kolom lantai 9 segmen B.

Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,22$$

$$\text{Tukang kayu} = 0,11$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,011$$



$$\text{Mandor} = 0,022$$

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,22} = 4,545 \quad m^2/\text{hari}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{1}{0,11} = 9,090 \quad m^2/\text{hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,011} = 90,909 \quad m^2/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,022} = 45,454 \quad m^2/\text{hari}$$

### 3. Produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pengecoran

Kolom lantai 9 segmen B Koefisien tenaga kerja

$$\text{Pekerja} = 0,061$$

$$\text{Tukang cor} = 0,213$$

$$\text{Kepala tukang} = 0,033$$

$$\text{Mandor} = 0,073$$

(Nilai koefisien didapatkan dari PUPR 2016)

$$\text{Pekerja} = \frac{1}{0,061} = 16,393 \quad m^3/\text{hari}$$

$$\text{Tukang cor} = \frac{1}{0,213} = 4,694 \quad m^3/\text{hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{1}{0,033} = 30,303 \quad m^3/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{1}{0,073} = 13,698 \quad m^3/\text{hari}$$

Adapun rekapitulasi perhitungan produktivitas tenaga kerja per hari pada pekerjaan plat, balok, dan kolom ada pada Tabel 5.4 berikut ini.

**Tabel 5.4** Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

Nama Pekerjaan	Produktivitas tenaga kerja				Satuan
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor	
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	5	10	100	50	$m^2/\text{hari}$
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	1,428	1,428	14,285	14,285	kg/hari

**Lanjutan Tabel 5.5** Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari

Nama Pekerjaan	Produktivitas tenaga kerja				Satuan
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor	
Pekerjaan pengecoran plat lantai 9 segmen B	14,492	4,132	29,411	13,698	( $m^3$ /hari)
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	4,166	8,333	83,333	41,666	$m^2$ /hari
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B	1,428	1,428	14,285	14,285	kg/hari
Pekerjaan pengecoran Balok 9 segmen B	14,492	4,132	27,027	13,698	( $m^3$ /hari)
Pekerjaan pembesian Kolom 9 segmen B	1,428	1,428	14,285	14,285	kg/hari
Pekerjaan bekisting Kolom 9 segmen B	4,545	9,090	90,909	45,454	$m^2$ /hari
Pekerjaan pengecoran Kolom 9 segmen B	16,393	4,694	30,303	13,698	( $m^3$ /hari)

Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, perhitungan yang dianalisis sama seperti pada lantai 9 segmen B di atas. Adapun rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 12.

### 5.3.2 Pendekatan Perhitungan Kebutuhan Tenaga Kerja Per Hari

Langkah selanjutnya setelah menentukan nilai produktivitas tenaga kerja ialah mencari kebutuhan tenaga kerja per hari. Kebutuhan tenaga kerja per hari dicari dengan menggunakan rumus:

$$\text{Kebutuhan Tenaga Kerja} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{Kapabilitas kerja} \times \text{Durasi pekerjaan}}$$

(Sumber: Utiahman dan Hineo, 2013)

Berikut perhitungan kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Plat Lantai 9 segmen B:

1. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.

$$\text{Volume} = 565,605 \text{ m}^2$$

$$\text{Durasi} = 5 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{565,605}{5 \times 5} = 22,624 \approx 23 \text{ Orang}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{565,605}{10 \times 5} = 11,312 \approx 12 \text{ Orang}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{565,605}{100 \times 5} = 1,131 \approx 2 \text{ Orang}$$

$$\text{Mandor} = \frac{565,605}{50 \times 5} = 2,262 \approx 2 \text{ Orang}$$

2. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

$$\text{Volume} = 43,513 \text{ Kg}$$

$$\text{Durasi} = 5 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{43,513}{1,428 \times 5} = 6,091 \approx 7 \text{ Orang}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{43,513}{1,428 \times 5} = 6,091 \approx 7 \text{ Orang}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{43,513}{14,285 \times 5} = 0,609 \approx 1 \text{ Orang}$$

$$\text{Mandor} = \frac{43,513}{14,285 \times 5} = 0,609 \approx 1 \text{ Orang}$$

3. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pengecoran Plat lantai 9 segmen B.

$$\text{Volume} = 67,875 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi} = 1 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{565,605}{14,493 \times 1} = 4,683 \approx 5 \text{ Orang}$$

$$\text{Tukang cor} = \frac{565,605}{4,132 \times 1} = 16,425 \approx 17 \text{ Orang}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= \frac{565,605}{29,412 \times 1} = 2,307 \approx 2 \text{ Orang} \\ \text{Mandor} &= \frac{565,605}{13,698 \times 1} = 4,954 \approx 4 \text{ Orang} \end{aligned}$$

Berikut perhitungan kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Balok Lantai 9 segmen B:

1. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

$$\text{Volume} = 542,516 \text{ m}^2$$

$$\text{Durasi} = 5 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{542,516}{4,166 \times 5} = 26,041 \approx 27 \text{ Orang}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{542,516}{8,333 \times 5} = 13,021 \approx 14 \text{ Orang}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{542,516}{83,333 \times 5} = 1,302 \approx 2 \text{ Orang}$$

$$\text{Mandor} = \frac{542,516}{41,666 \times 5} = 2,604 \approx 2 \text{ Orang}$$

2. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pembesian Balok lantai 9 segmen B.

$$\text{Volume} = 249,9165 \text{ Kg}$$

$$\text{Durasi} = 5 \text{ hari}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{249,916}{1,428 \times 5} = 34,988 \approx 35 \text{ Orang}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{249,916}{1,428 \times 5} = 34,988 \approx 35 \text{ Orang}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{249,916}{14,286 \times 5} = 3,498 \approx 4 \text{ Orang}$$

$$\text{Mandor} = \frac{249,916}{14,286 \times 5} = 3,498 \approx 4 \text{ Orang}$$

3. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pengecoran Balok lantai 9 segmen B.

$$\text{Volume} = 100,025 \text{ m}^3$$

$$\text{Durasi} = 1 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= \frac{100,025}{14,493 \times 1} = 6,901 \approx 7 \text{ Orang} \\
 \text{Tukang cor} &= \frac{100,025}{4,132 \times 1} = 24,206 \approx 25 \text{ Orang} \\
 \text{Kepala tukang} &= \frac{100,025}{27,027 \times 1} = 3,701 \approx 4 \text{ Orang} \\
 \text{Mandor} &= \frac{100,025}{13,699 \times 1} = 7,301 \approx 8 \text{ Orang}
 \end{aligned}$$

Berikut perhitungan kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Kolom Lantai 9 segmen B:

1. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pembesian Kolom lantai 9 segmen B.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 44,1648 \text{ Kg} \\
 \text{Durasi} &= 4 \text{ hari} \\
 \text{Pekerja} &= \frac{44,1648}{1,428 \times 3} = 10,305 \approx 11 \text{ Orang} \\
 \text{Tukang besi} &= \frac{44,1648}{1,428 \times 3} = 10,305 \approx 11 \text{ Orang} \\
 \text{Kepala tukang} &= \frac{44,1648}{14,286 \times 3} = 1,03 \approx 1 \text{ Orang} \\
 \text{Mandor} &= \frac{44,1648}{14,286 \times 3} = 1,03 \approx 1 \text{ Orang}
 \end{aligned}$$

2. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Bekisting Kolom lantai 9 segmen B.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume} &= 95,961 \text{ m}^2 \\
 \text{Durasi} &= 1 \text{ hari} \\
 \text{Pekerja} &= \frac{95,961}{4,545 \times 1} = 21,111 \approx 22 \text{ Orang} \\
 \text{Tukang kayu} &= \frac{95,961}{9,090 \times 1} = 10,555 \approx 11 \text{ Orang} \\
 \text{Kepala tukang} &= \frac{95,961}{90,909 \times 1} = 1,055 \approx 2 \text{ Orang} \\
 \text{Mandor} &= \frac{95,961}{45,454 \times 1} = 2,111 \approx 2 \text{ Orang}
 \end{aligned}$$

3. Kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan Pengecoran Kolom lantai 9 segmen B.

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 19,2 \text{ m}^3 \\ \text{Durasi} &= 1 \text{ hari} \\ \text{Pekerja} &= \frac{19,2}{16,393 \times 1} = 1,171 \approx 2 \text{ Orang} \\ \text{Tukang cor} &= \frac{19,2}{4,694 \times 1} = 4,089 \approx 5 \text{ Orang} \\ \text{Kepala tukang} &= \frac{19,2}{30,303 \times 1} = 0,633 \approx 1 \text{ Orang} \\ \text{Mandor} &= \frac{19,2}{13,699 \times 1} = 1,401 \approx 1 \text{ Orang} \end{aligned}$$

Adapun rekapitulasi perhitungan jumlah kebutuhan tenaga kerja per hari pada pekerjaan plat, kolom, dan balok lantai 9 segmen B ada pada Tabel 5.5 berikut ini.

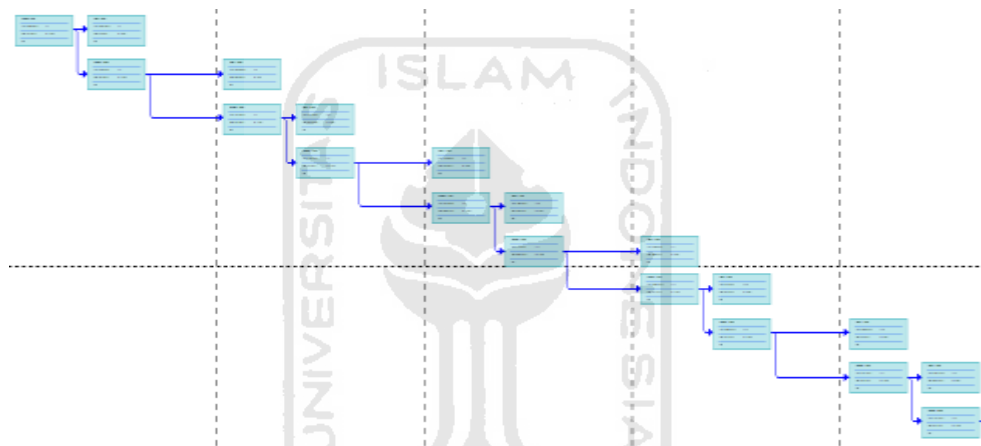
**Tabel 5.6** Rekapitulasi Jumlah Kebutuhan Tenaga Kerja Per Hari

Nama Pekerjaan	Jumlah kebutuhan tenaga kerja				Satuan (Orang)
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor	
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	23	12	2	2	Orang
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	7	7	1	1	Orang
Pekerjaan pengecoran plat lantai 9 segmen B	5	17	2	4	Orang
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	27	14	2	2	Orang
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B	35	35	4	4	Orang
Pekerjaan pengecoran Balok 9 segmen B	7	25	4	8	Orang
Pekerjaan pembesian Kolom 9 segmen B	11	11	1	1	Orang
Pekerjaan bekisting Kolom 9 segmen B	22	11	2	2	Orang
Pekerjaan pengecoran Kolom 9 segmen B	2	5	1	1	Orang

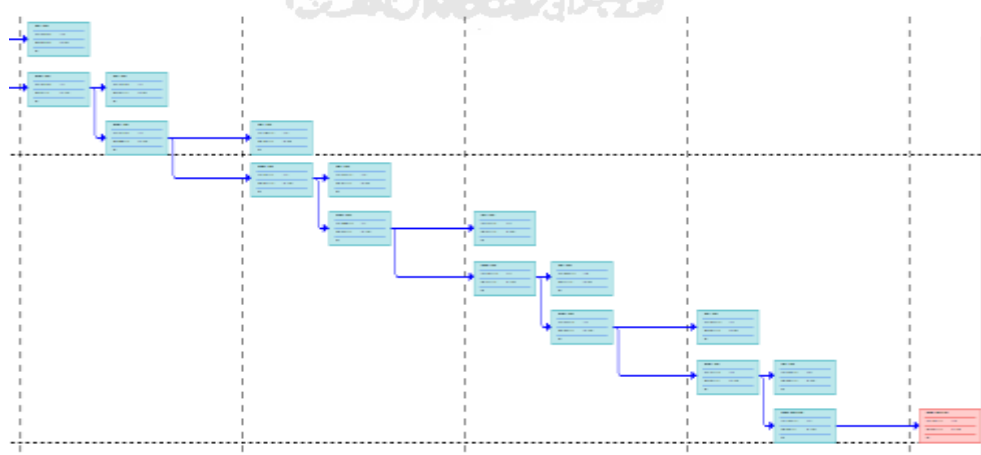
Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, perhitungan yang dianalisis sama seperti pada lantai 9 segmen B di atas. Adapun rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 13.

### 5.3.3 Analisis Penyelesaian Durasi Existing Proyek

Berikut ialah hasil analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) menggunakan *Microsoft Project* 2016 dari data wawancara durasi dan hubungan antar pekerjaan *existing* pekerjaan struktur per segmen dari lantai 9 segmen B hingga Roof & LMR proyek pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.



**Gambar 5.9** Analisis PDM Pada *Microsoft Project* 2016 *Schedule Existing*



**Lanjutan Gambar 5.9** Analisis PDM Pada *Microsoft Project* 2016

Berdasarkan Gambar 5.3 diatas diperoleh total durasi *existing* pekerjaan struktur lantai 9 segmen B sampai lantai Roof & LMR dengan menggunakan analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) menggunakan *Microsoft*

*Project* 2016 diperoleh dari tanggal mulai 02 September 2019 sampai selesai di tanggal 11 Desember 2019 atau selama 101 hari.

#### 5.3.4 Menghitung Biaya Tenaga Kerja pada Pekerjaan *Existing*

Untuk menghitung upah tenaga kerja pada pekerjaan *existing* proyek, maka digunakan jumlah kebutuhan pekerja pada pekerjaan *existing*, harga satuan tenaga kerja, dan jumlah hari pada pekerjaan *existing*. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

Harga upah = Jumlah tenaga kerja x Harga satuan tenaga kerja x Durasi pekerjaan

Berikut perhitungan upah tenaga kerja per hari pada pekerjaan Plat Lantai 9 segmen B:

1. Harga upah per hari pada pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.

Pekerja = 23 x Rp.60.000 x 5 = Rp.6.900.000,00

Tukang kayu = 12 x Rp.80.000 x 5 = Rp.4.800.000,00

Kepala tukang = 2 x Rp.100.000 x 5 = Rp.1.000.000,00

Mandor = 2 x Rp.125.000 x 5 = Rp.1.250.000,00

Total upah pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.

= Rp.13.950.000,00

2. Harga upah per hari pada pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

Pekerja = 7 x Rp.60.000 x 5 = Rp.2.100.000,00

Tukang besi = 7 x Rp. 80.000 x 5 = Rp.2.800.000,00

Kepala tukang = 1 x Rp.100.000 x 5 = Rp.500.000,00

Mandor = 1 x Rp.125.000 x 5 = Rp.625.000,00

Total upah pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

= Rp.6.025.000,00

3. Harga upah per hari pada pekerjaan Pengecoran Plat lantai 9 segmen B.

Pekerja = 5 x Rp.60.000 x 1 = Rp.300.000,00

Tukang cor = 17 x Rp.80.000 x 1 = Rp.1.360.000,00

Kepala tukang = 2 x Rp.100.000 x 1 = Rp.200.000,00

Mandor = 4 x Rp.125.000 x 1 = Rp.500.000,00



Total upah pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.  
= Rp.2.360.000,00

Berikut perhitungan upah tenaga kerja per hari pada pekerjaan Balok Lantai 9 segmen B:

1. Harga upah per hari pada pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

Pekerja = 27 x Rp.60.000 x 5 = Rp.8.100.000,00

Tukang kayu = 14 x Rp.80.000 x 5 = Rp.5.600.000,00

Kepala tukang = 2 x Rp.100.000 x 5 = Rp.1.000.000,00

Mandor = 2 x Rp.125.000 x 5 = Rp.1.250.000,00

Total upah pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.  
= Rp.15.950.000,00

2. Harga upah per hari pada pekerjaan Pmbesian Balok lantai 9 segmen B.

Pekerja = 35 x Rp.60.000 x 5 = Rp.10.500.000,00

Tukang besi = 35 x Rp. 80.000 x 5 = Rp.14.000.000,00

Kepala tukang = 4 x Rp.100.000 x 5 = Rp.2.000.000,00

Mandor = 4 x Rp.125.000 x 5 = Rp.2.500.000,00

Total upah pekerjaan Pmbesian Balok lantai 9 segmen B.  
= Rp.29.000.000,00

3. Harga upah per hari pada pekerjaan Pngecoran Balok lantai 9 segmen B.

Pekerja = 7 x Rp.60.000 x 1 = Rp.420.000,00

Tukang cor = 25 x Rp.80.000 x 1 = Rp.2.000.000,00

Kepala tukang = 4 x Rp.100.000 x 1 = Rp.400.000,00

Mandor = 8 x Rp.125.000 x 1 = Rp.1.000.000,00

Total upah pekerjaan Pngecoran Balok lantai 9 segmen B.  
= Rp.3.820.000,00

Berikut perhitungan upah tenaga kerja per hari pada pekerjaan Kolom Lantai 9 segmen B:

1. Harga upah per hari pada pekerjaan Pmbesian Kolom lantai 9 segmen B.

Pekerja = 11 x Rp.60.000 x 3 = Rp.1.980.000,00

Tukang besi = 11 x Rp.80.000 x 3 = Rp.2.640.000,00

Kepala tukang = 1 x Rp.100.000 x 3 = Rp.300.000,00  
 Mandor = 1 x Rp.125.000 x 3 = Rp.375.000,00  
 Total upah pekerjaan Pembesian Kolom lantai 9 segmen B.  
 = Rp.5.295.000,00

2. Harga upah per hari pada pekerjaan Bekisting Kolom lantai 9 segmen B.

Pekerja = 22 x Rp.60.000 x 1 = Rp.1.320.000,00  
 Tukang kayu = 11 x Rp. 80.000 x 1 = Rp.880.000,00  
 Kepala tukang = 2 x Rp.100.000 x 1 = Rp.200.000,00  
 Mandor = 2 x Rp.125.000 x 1 = Rp.250.000,00  
 Total upah pekerjaan Bekisting Kolom lantai 9 segmen B.  
 = Rp.2.650.000,00

3. Harga upah per hari pada pekerjaan Pengecoran Kolom lantai 9 segmen B.

Pekerja = 2 x Rp.60.000 x 1 = Rp.120.000,00  
 Tukang cor = 5 x Rp.80.000 x 1 = Rp.400.000,00  
 Kepala tukang = 1 x Rp.100.000 x 1 = Rp.100.000,00  
 Mandor = 1 x Rp.125.000 x 1 = Rp.125.000,00  
 Total upah pekerjaan Pengecoran Kolom lantai 9 segmen B.  
 = Rp.745.000,00

Rekapitulasi perhitungan upah tenaga kerja per hari pada pekerjaan plat, balok, dan kolom Lantai 9 segmen B seperti pada Tabel 5.6.

**Tabel 5.7** Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Per Hari

Keterangan	Upah tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	Rp.6.900.000	Rp.4.800.000	Rp.1.000.000	Rp.1.250.000
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	Rp.2.100.000	Rp.2.800.000	Rp.500.000	Rp.625.000

**Lanjutan Tabel 5.6** Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Per Hari

Keterangan	Upah tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan pengecoran plat lantai 9 segmen b	Rp.300.000	Rp.1.360.000	Rp.200.000	Rp.500.000
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	Rp.8.100.000	Rp.5.600.000	Rp.1.000.000	Rp.1.250.000
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B	Rp.10.500.000	Rp.14.000.000	Rp.2.000.000	Rp.2.500.000
Pekerjaan pengecoran Balok 9 segmen B	Rp.420.000	Rp.2.000.000	Rp.400.000	Rp.1.000.000
Pekerjaan pembesian Kolom 9 segmen B	Rp.1.980.000	Rp.2.640.000	Rp.300.000	Rp.375.000
Pekerjaan bekisting Kolom 9 segmen B	Rp.1.320.000	Rp.880.000	Rp.200.000	Rp.250.000
Pekerjaan pengecoran Kolom 9 segmen B	Rp.1.200.000	Rp.400.000	Rp.100.000	Rp.125.000

Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, perhitungan yang dianalisis sama seperti pada lantai 9 segmen B di atas. rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 14.

### 5.3.3.1 Total Biaya Pekerjaan Struktur *Existing* Proyek

Berikut analisis total biaya pekerjaan struktur *existing* proyek dari lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.

1. Perhitungan total biaya pekerjaan per segmen pada pekerjaan struktur *existing* Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.

Dari perhitungan upah tenaga kerja per hari pekerjaan struktur didapat total upah pekerjaan per segmen sebagai berikut.

Pekerjaan Plat lantai 9 segmen B

- a. Pekerja bekisting plat lantai 9 segemen B  
= Rp. 13.950.000
  - b. Pekerja pembesian plat lantai 9 segemen B  
= Rp. 6.025.000
  - c. Pekerja pengecoran plat lantai 9 segemen B  
= Rp. 2.360.000
- Total = Rp. 22.335.000,00

Pekerjaan Balok lantai 9 segmen B

- a. Pekerja bekisting balok lantai 9 segemen B  
= Rp. 15.950.000
  - b. Pekerja pembesian balok lantai 9 segemen B  
= Rp. 29.000.000
  - c. Pekerja pengecoran balok lantai 9 segemen B  
= Rp. 3.820.000,00
- Total = Rp. 48.770.000,00

Pekerjaan Kolom lantai 9 segmen B

- a. Pekerja bekisting kolom lantai 9 segemen B  
= Rp. 5.295.000
- b. Pekerja pembesian kolom lantai 9 segemen B  
= Rp. 2.650.000

c. Pekerja pengecoran kolom lantai 9 segemen B

= Rp. 745.000

Total = Rp. 8.690.000,00

Dari hasil perhitungan di atas dapat di hitung total biaya pekerjaan per segmen dari lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower sebagai berikut.

a. Pekerjaan Plat lanatai

= Rp. 22.335.000 x total pekerjaan plat lantai

= Rp. 22.335.000 x 19 = Rp. 147.730.000,00

b. Pekerjaan Balok

= Rp. 48.770.000 x total pekerjaan balok

= Rp. 48.770.000 x 19 = Rp. 926.630.000,00

c. Pekerjaan Kolom

= Rp. 8.690.000 x total pekerjaan kolom

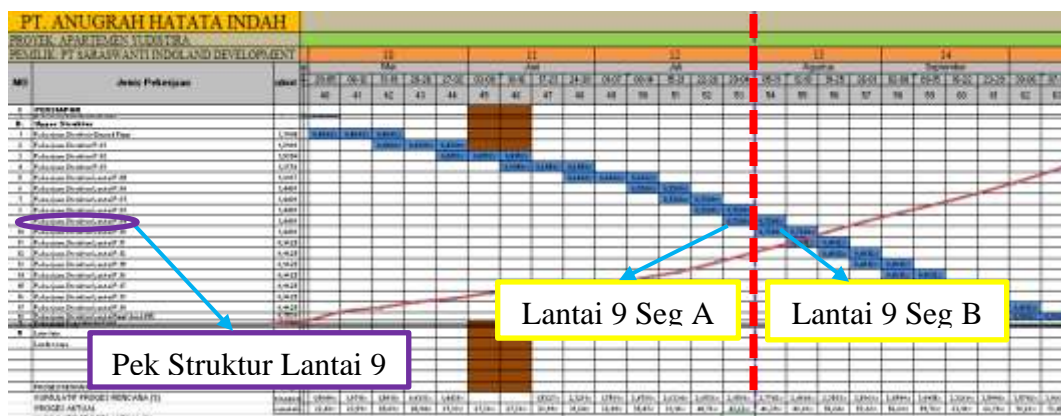
= Rp. 8.690.000 x 17 = Rp. 424.365.000,00

Total = Rp. 1.498.725.000,00

Hasil perhitungan pekerjaan struktur *existing* proyek dari lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR dengan durasi selama 101 hari diperoleh total nilai biaya sebesar Rp. 1.498.725.000,00.

#### 5.4 Analisis Keterlambatan Proyek

Pada saat pelaksanaan proyek pembangunan Apartemen Yudhistira Tower, proyek tidak berjalan sesuai rencana yaitu proyek mengalami keterlambatan pada pekerjaan struktur. Berdasarkan observasi yang telah dilakukan dilapangan, terlihat dari jadwal rencana awal yang seharusnya pada tanggal 02 september 2019 pekerjaan mulai mengerjakan pekerjaan struktur lantai 12, ternyata baru menyelesaikan pekerjaan struktur pada lantai 9 seg A. Dibawah ini ialah gambar titik keterlambatan proyek pada saat melakukan observasi di proyek pembangunan Apartemen Yudhistira Tower dan di dapat total waktu keterlambatan selama dua minggu.



**Gambar 5.10** Titik Mulai Percepatan Pekerjaan Struktur

Dari gambar di atas didapatkan titik mulai percepatan proyek dimulai dari pekerjaan struktur lantai 9 seg B seperti batas garis putus-putus yang di tunjukkan pada Gambar 5.3. Adapun *schedule* titik keterlambatan proyek selama dua minggu dapat dilihat pada Lampiran 2 yang mana sudah di konfirmasi oleh pihak proyek Apartemen Yudhistira Tower. Setelah analisis keterlambatan proyek ini maka akan dilakukan percepatan pada pek struktur lantai 9 seg B hingga lantai Roof & LMR.

### 5.5 Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek

Pada penelitian ini akan dilakukan proses percepatan (*crashing*) dengan menggunakan dua alternatif, yaitu sistem *shift* dan penambahan jam kerja empat jam. Pada analisis ini yang dipercepat ialah pekerjaan bekisting pelat, pembesian pelat, bekisting balok, dan pembesian balok. Pada kedua hasil yang didapat akan dilihat perbandingan terhadap biaya dan durasi proyek dengan keadaan *existing*. Pada analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) menggunakan *Microsoft Project* 2016 yang akan dilakukan pekerjaan kolom menerapkan konstrain *start to start* yang membuat pekerjaan kolom tidak perlu dipercepat nantinya pada saat menerapkan skenario percepatan proyek. Begitupun dengan pekerjaan pengecoran karena hanya memakan waktu yang singkat yaitu satu hari, disini pekerjaan pengecoran memakai beton *ready mix* mutu k350 dan menggunakan alat concrete pump truck untuk pengecoran beton sehingga waktu yang dibutuhkan hanya satu hari.

### 5.5.1 Analisis Percepatan Durasi Penyelesaian Proyek Dengan Menambahkan Empat Jam Kerja

Produktivitas masing-masing tenaga kerja per hari sudah diketahui dari analisis sebelumnya dengan durasi *existing* proyek. Sehingga untuk selanjutnya akan dihitung durasi dengan menambah jam kerja empat jam/hari dengan mempertimbangkan penurunan produktivitas tenaga kerja pada saat jam lembur. Adapun koefisien produktivitas yang dapat dilihat pada Tabel 5.7 berikut.

**Tabel 5.8** Koefisien Produktivitas Pada Jam Lembur

Jam Lembur (jam)	Penurunan Indeks Produktivitas	Penurunan Prestasi Kerja (Per jam)	Presentase Penurunan Prestasi Kerja (%)	Koefisien Produktivitas
a	b	$C=a*b$	d	$E = 100\%-d$
Ke-1	0,1	0,1	10	0,9
Ke-2	0,1	0,2	20	0,8
Ke-3	0,1	0,3	30	0,7
Ke-4	0,1	0,4	40	0,6

(Berdasarkan grafik indikasi penurunan produktivitas pada Gambar 3.21)

Tahapan percepatan durasi penyelesaian proyek dengan menambahkan empat jam kerja ialah sebagai berikut.

1. Menentukan produktivitas tenaga kerja setelah ditambahkan empat jam kerja pada proyek digunakan jam kerja per harinya ialah 8 jam/hari. Maka dapat dicari produktivitas per jamnya dengan menggunakan rumus:

$$\text{Produktivitas Per Jam} = \frac{\text{Kapasitas kerja per hari}}{\text{Durasi jam kerja normal}}$$

Produktivitas Tenaga Kerja lembur = (kap/hari + (jam lembur \* kap/jam \* koef.))

Durasi kerja normal = 8 jam

Durasi kerja lembur = 4 jam

$$\begin{array}{r} \text{Total jam kerja} \\ \text{—————} \\ \text{= 12 jam} \end{array} \quad +$$

Berikut contoh perhitungan produktivitas jam kerja lembur 4 jam pada pekerjaan plat lantai:

a. Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B.

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Produktivitas per jam} &= \frac{5}{8} = 0,625 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} &= (5 + (4 * 0,625 * 0,6)) \\ &&= 6,5 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= \text{Produktivitas per jam} &= \frac{10}{8} = 1,25 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} &= (10 + (4 * 1,25 * 0,6)) \\ &&= 13 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= \text{Produktivitas per jam} &= \frac{100}{8} = 12,5 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} &= (100 + (4 * 12,5 * 0,6)) \\ &&= 130 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Produktivitas per jam} &= \frac{50}{8} = 6,25 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} &= (50 + (4 * 6,25 * 0,6)) \\ &&= 65 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Pekerjaan Pembesian plat lantai 9 segmen B.

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \text{Produktivitas per jam} &= \frac{1,428}{8} = 0,178 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} &= (1,428 + (4 * 0,178 * 0,6)) \\ &&= 1,857 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang besi} &= \text{Produktivitas per jam} &= \frac{1,428}{8} = 0,178 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} &= (1,428 + (4 * 0,178 * 0,6)) \\ &&= 1,857 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= \text{Produktivitas per jam} &= \frac{14,285}{8} = 1,785 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} &= (14,285 + (4 * 1,785 * 0,6)) \\ &&= 18,571 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Produktivitas per jam} &= \frac{14,285}{8} = 1,785 \\ &= \text{Produktivitas 12 jam} &= (14,285 + (4 * 1,785 * 0,6)) \\ &&= 18,571 \text{ kg/hari} \end{aligned}$$



Berikut contoh perhitungan produktivitas jam kerja lembur 4 jam pada pekerjaan Balok:

a. Pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

Pekerja	= Produktivitas per jam	$= \frac{4,166}{8} = 0,52$
	= Produktivitas 12 jam	$= (4,166 + (4*0,52*0,6))$
		$= 5,416 \text{ m}^2/\text{hari}$
Tukang kayu	= Produktivitas per jam	$= \frac{8,333}{8} = 1,041$
	= Produktivitas 12 jam	$= (8,333 + (4*1,041*0,6))$
		$= 10,833 \text{ m}^2/\text{hari}$
Kepala tukang	= Produktivitas per jam	$= \frac{83,333}{8} = 10,416$
	= Produktivitas 12 jam	$= (83,333 + (4*10,416*0,6))$
		$= 108,333 \text{ m}^2/\text{hari}$
Mandor	= Produktivitas per jam	$= \frac{41,666}{8} = 5,208$
	= Produktivitas 12 jam	$= (41,666 + (4*5,208 *0,6))$
		$= 54,166 \text{ m}^2/\text{hari}$

b. Pekerjaan Pembesian Balok lantai 9 segmen B.

Pekerja	= Produktivitas per jam	$= \frac{1,428}{8} = 0,178$
	= Produktivitas 12 jam	$= (0,476 + (4*0,178*0,6))$
		$= 1,857 \text{ kg}/\text{hari}$
Tukang besi	= Produktivitas per jam	$= \frac{1,428}{8} = 0,178$
	= Produktivitas 12 jam	$= (0,714 + (4*0,178*0,6))$
		$= 1,857 \text{ kg}/\text{hari}$
Kepala tukang	= Produktivitas per jam	$= \frac{14,286}{8} = 1,785$
	= Produktivitas 12 jam	$= (7,142 + (4*1,785*0,6))$
		$= 18,87 \text{ kg}/\text{hari}$
Mandor	= Produktivitas per jam	$= \frac{14,286}{8} = 1,785$
	= Produktivitas 12 jam	$= (4,761 + (4*1,785*0,6))$

$$= 18,57 \text{ kg/hari}$$

Hasil yang telah dihitung kemudian dibuat rekapitulasi produktivitas tenaga kerja jam kerja lembur seperti yang ada pada Tabel 5.8.

**Tabel 5.9** Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Jam Kerja Lembur

Keterangan	Produktivitas tenaga kerja jam lembur				Satuan
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor	
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	6,5	13	130	65	$m^2$ /hari
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	1,857	1,857	18,571	18,571	kg/hari
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	5,416	10,833	108,333	54,166	$m^2$ /hari
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B	1,857	1,857	18,571	18,571	kg/hari

Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, perhitungan yang dianalisis sama seperti pada lantai 9 segmen B di atas. Adapun rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 15.

## 2. Menentukan durasi setelah ditambah jam lembur empat jam

Setelah mendapatkan nilai produktivitas tenaga kerja jam lembur, maka selanjutnya dapat mencari durasi pekerjaan setelah dipercepat. Rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$\text{Durasi pekerjaan Lembur} = \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{kapasitas kerja 12 jam x jumlah tenaga kerja}}$$

Berikut perhitungan Durasi setelah ditambah jam lembur empat jam pada pekerjaan Plat Lantai 9 segmen B:

### a. Pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.

$$\text{Pekerja} = \frac{565,605}{6,5 \times 23} = 3,783 \approx 4 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= \frac{565,605}{13 \times 12} = 3,625 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Kepala tukang} &= \frac{565,605}{130 \times 2} = 2,175 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{565,605}{65 \times 2} = 4,35 \approx 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka, dapat rata-rata dan dibulatkan menjadi 4 hari.

b. Pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{43,513}{1,857 \times 7} = 3,347 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Tukang besi} &= \frac{43,513}{1,857 \times 7} = 3,347 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Kepala tukang} &= \frac{43,513}{18,571 \times 1} = 2,343 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{43,513}{18,571 \times 1} = 2,343 \approx 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka, dapat rata-rata dan dibulatkan menjadi 4 hari.

Berikut perhitungan Durasi setelah ditambah jam lembur empat jam pada pekerjaan Balok Lantai 9 segmen B:

a. Pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{542,516}{5,416 \times 27} = 3,709 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Tukang kayu} &= \frac{542,516}{10,833 \times 14} = 3,577 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Kepala tukang} &= \frac{542,516}{108,333 \times 2} = 2,503 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Mandor} &= \frac{542,516}{54,166 \times 2} = 5 \approx 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka, dapat rata-rata dan dibulatkan menjadi 4 hari.

b. Pekerjaan Pembesian Balok lantai 9 segmen B.

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= \frac{249,9165}{1,857 \times 105} = 3,844 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Tukang besi} &= \frac{249,9165}{1,857 \times 70} = 3,844 \approx 4 \text{ hari} \\ \text{Kepala tukang} &= \frac{249,9165}{18,571 \times 7} = 3,36 \approx 4 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\text{Mandor} = \frac{249,9165}{18,571 \times 11} = 3,36 \approx 4 \text{ hari}$$

Maka, dapat rata-rata dan dibulatkan menjadi 4 hari.

Bedasarkan perhitungan diatas, diperoleh rekapitulasi durasi setelah ditambah empat jam kerja pada Tabel 5.9 sebagai berikut.

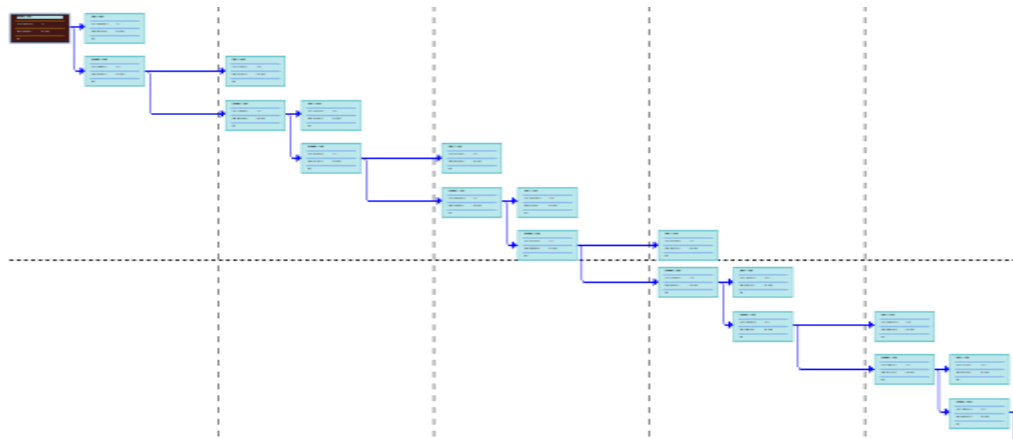
**Tabel 5.10** Rekapitulasi Durasi Setelah ditambah Empat Jam Kerja pada Lantai 9 Segmen B

Keterangan	Durasi Pekerjaan (hari)				Satuan (hari)
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor	
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	4	4	4	4	hari
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	4	4	4	4	hari
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	4	4	4	4	hari
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B	4	4	4	4	hari

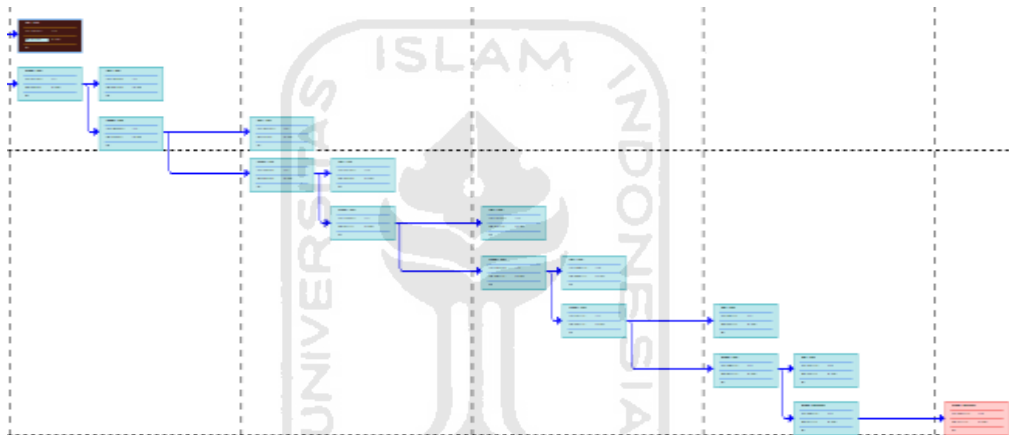
Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, perhitungan yang dianalisis sama seperti pada lantai 9 segmen B di atas. Adapun rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 16.

3. Membuat penjadwalan menggunakan *Microsoft Project* dengan analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) setelah ditambah jam lembur empat jam.

Berikut adalah hasil penjadwalan menggunakan *Microsoft Project* dengan analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) dari perhitungan percepatan jam kerja lembur empat jam pada pekerjaan struktur per segmen dari lantai 9 segmen B sampai lantai Roof dan LMR proyek pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.



**Gambar 5.11** Analisis PDM Pada *Microsoft Project 2016* Jam Kerja Lembur



**Lanjutan Gambar 5.11** Analisis PDM Pada *Microsoft Project 2016*

Berdasarkan analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) menggunakan *Microsoft Project 2016* diatas, diperoleh total durasi waktu pekerjaan struktur lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR adalah 81 hari dimulai dari tanggal 02 september 2019 dan selesai pada tanggal 21 November 2019.

### **5.5.2 Analisis Perhitungan Biaya Penyelesaian Proyek Dengan Menambahkan Empat Jam Kerja**

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan dipercepat, maka dapat dihitung berapa biaya tambahan akibat penambahan jam kerja dengan menggunakan rumus yang berdasarkan ketentuan yang tertulis dalam Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP.102/MEN/VI/2004 pasal 11 tentang upah jam kerja lembur. Rumus tersebut ialah sebagai berikut:

1. Penambahan upah jam lembur ke 1 =  $1,5 \times \frac{1}{173}$  x upah normal x hari kerja sebulan
2. Penambahan upah jam lembur ke 2 dst =  $2 \times \frac{1}{173}$  x upah normal x hari kerja sebulan

Tahapan perhitungan perhitungan biaya tambahan setelah ditambah jam lembur empat jam pada pekerjaan struktur lantai 9 segmen B sebagai berikut.

1. Menentukan biaya tambahan tenaga kerja pekerjaan struktur jam lembur.

Berikut perhitungan biaya tambahan setelah ditambah jam lembur empat jam pada pekerjaan Plat Lantai segmen B.

- a. Pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.

- 1) Upah normal

Pekerja = Rp. 60.000,00

Tukang kayu = Rp. 80.000,00

Kepala tukang = Rp. 100.000,00

Mandor = Rp. 125.000,00

- 2) Upah lembur jam ke 1

Pekerja =  $1,5 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 15.607,00$

Tukang kayu =  $1,5 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.526,00$

Kepala tukang =  $1,5 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 26.011,00$

Mandor =  $1,5 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 32.514,00$

- 3) Upah lembur jam ke 2

Pekerja =  $2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$

Tukang kayu =  $2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$

Kepala tukang =  $2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$

Mandor =  $2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$

## 4) Upah lembur jam ke 3

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$

## 5) Upah lembur jam ke 4

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$

6) Total *cost* per hari

(Upah normal + upah jam ke 1 + upah jam ke 2 + upah jam ke 3 + upah jam ke 4)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 60.000 + 15.607 + 20.809 + 20.809 + 20.809 \\ &= \text{Rp. } 138.034,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= 80.000 + 20.526 + 27.745 + 27.745 + 27.745 \\ &= \text{Rp. } 184.046,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 100.000 + 26.011 + 34.682 + 34.682 + 34.682 \\ &= \text{Rp. } 230.057,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 125.000 + 32.514 + 43.352 + 43.352 + 43.352 \\ &= \text{Rp. } 287.572,00 \end{aligned}$$

## 7) Total upah tenaga kerja

(total *cost* per hari x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\text{Pekerja} = 138.034 \times 4 \times 23 = \text{Rp. } 12.699.190,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 184.046 \times 4 \times 12 = \text{Rp. } 8.834.219,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 230.057 \times 4 \times 2 = \text{Rp. } 1.840.462,00$$

$$\text{Mandor} = 287.572 \times 4 \times 2 = \text{Rp. } 2.300.578,00$$

Total upah pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.

$$= \text{Rp. } 25.674.450,00$$

b. Pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

1) Upah normal

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 60.000,00$$

$$\text{Tukang kayu} = \text{Rp. } 80.000,00$$

$$\text{Kepala tukang} = \text{Rp. } 100.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 125.000,00$$

2) Upah lembur jam ke 1

$$\text{Pekerja} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 15.607,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.526,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 26.011,00$$

$$\text{Mandor} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 32.514,00$$

3) Upah lembur jam ke 2

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$

4) Upah lembur jam ke 3

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$



## 5) Upah lembur jam ke 4

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$

6) Total *cost* per hari

(Upah normal + upah jam ke 1 + upah jam ke 2 + upah jam ke 3 + upah jam ke 4)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 60.000 + 15.607 + 20.809 + 20.809 + 20.809 \\ &= \text{Rp. } 138.034,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= 80.000 + 20.526 + 27.745 + 27.745 + 27.745 \\ &= \text{Rp. } 184.046,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 100.000 + 26.011 + 34.682 + 34.682 + 34.682 \\ &= \text{Rp. } 230.057,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 125.000 + 32.514 + 43.352 + 43.352 + 43.352 \\ &= \text{Rp. } 287.572,00 \end{aligned}$$

## 7) Total upah tenaga kerja

(total *cost* per hari x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\text{Pekerja} = 138.034 \times 4 \times 7 = \text{Rp. } 3.864.371,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 184.046 \times 4 \times 7 = \text{Rp. } 5.153.294,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 230.057 \times 4 \times 1 = \text{Rp. } 920.231,00$$

$$\text{Mandor} = 287.572 \times 4 \times 1 = \text{Rp. } 1.150.289,00$$

Total upah pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

$$= \text{Rp. } 11.088.786,00$$

Berikut perhitungan biaya tambahan setelah ditambah jam lembur empat jam pada pekerjaan Balok Lantai 9 segmen B:

## a. Pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

## 1) Upah normal

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 60.000,00$$

Tukang kayu	= Rp. 80.000,00
Kepala tukang	= Rp. 100.000,00
Mandor	= Rp. 125.000,00

## 2) Upah lembur jam ke 1

Pekerja	$= 1,5 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 15.607,00$
Tukang kayu	$= 1,5 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.526,00$
Kepala tukang	$= 1,5 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 26.011,00$
Mandor	$= 1,5 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 32.514,00$

## 3) Upah lembur jam ke 2

Pekerja	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$
Tukang kayu	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$
Kepala tukang	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$
Mandor	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$

## 4) Upah lembur jam ke 3

Pekerja	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$
Tukang kayu	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$
Kepala tukang	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$
Mandor	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$

## 5) Upah lembur jam ke 4

Pekerja	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$
Tukang kayu	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$
Kepala tukang	$= 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$

6) Total *cost* per hari

(Upah normal + upah jam ke 1 + upah jam ke 2 + upah jam ke 3 + upah jam ke 4)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 60.000 + 15.607 + 20.809 + 20.809 + 20.809 \\ &= \text{Rp. } 138.034,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= 80.000 + 20.526 + 27.745 + 27.745 + 27.745 \\ &= \text{Rp. } 184.046,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 100.000 + 26.011 + 34.682 + 34.682 + 34.682 \\ &= \text{Rp. } 230.057,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 125.000 + 32.514 + 43.352 + 43.352 + 43.352 \\ &= \text{Rp. } 287.572,00 \end{aligned}$$

## 7) Total upah tenaga kerja

(total *cost* per hari x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\text{Pekerja} = 138.034 \times 4 \times 27 = \text{Rp. } 14.907.745,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 184.046 \times 4 \times 14 = \text{Rp. } 10.306.589,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 230.057 \times 4 \times 2 = \text{Rp. } 1.840.462,00$$

$$\text{Mandor} = 287.572 \times 4 \times 2 = \text{Rp. } 2.300.578,00$$

Total upah pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

$$= \text{Rp. } 29.355.375,00$$

## b. Pekerjaan Pembesian Balok lantai 9 segmen B.

## 1) Upah normal

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 60.000,00$$

$$\text{Tukang kayu} = \text{Rp. } 80.000,00$$

$$\text{Kepala tukang} = \text{Rp. } 100.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 125.000,00$$

## 2) Upah lembur jam ke 1

$$\text{Pekerja} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 15.607,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.526,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 26.011,00$$

$$\text{Mandor} = 1,5 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 32.514,00$$

3) Upah lembur jam ke 2

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$

4) Upah lembur jam ke 3

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$

5) Upah lembur jam ke 4

$$\text{Pekerja} = 2 \times \frac{1}{173} \times 60.000 \times 30 = \text{Rp. } 20.809,00$$

$$\text{Tukang kayu} = 2 \times \frac{1}{173} \times 80.000 \times 30 = \text{Rp. } 27.745,00$$

$$\text{Kepala tukang} = 2 \times \frac{1}{173} \times 100.000 \times 30 = \text{Rp. } 34.682,00$$

$$\text{Mandor} = 2 \times \frac{1}{173} \times 125.000 \times 30 = \text{Rp. } 43.352,00$$

6) Total *cost* per hari

(Upah normal + upah jam ke 1 + upah jam ke 2 + upah jam ke 3 + upah jam ke 4)

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 60.000 + 15.607 + 20.809 + 20.809 + 20.809 \\ &= \text{Rp. } 138.034,00 \end{aligned}$$

$$\text{Tukang kayu} = 80.000 + 20.526 + 27.745 + 27.745 + 27.745$$

= Rp. 184.046,00

Kepala tukang = 100.000 + 26.011+ 34.682+ 34.682+ 34.682

= Rp. 230.057,00

Mandor = 125.000 + 32.514+ 43.352+ 43.352+ 43.352

= Rp. 287.572,00

7) Total upah tenaga kerja

(total *cost* per hari x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

Pekerja = 138.034 x 4 x 35 = Rp. 19.324.855,00

Tukang kayu = 184.046 x 4 x 35 = Rp. 25.766.473,00

Kepala tukang = 230.057 x 4 x 4 = Rp. 3.680.924,00

Mandor = 287.572 x 4 x 4 = Rp. 4.601.156,00

Total upah pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

= Rp.53.373.410,00

Bedasarkan perhitungan diatas, diperoleh rekapitulasi biaya setelah ditambah empat jam kerja pada Tabel 5.10 sebagai berikut.

**Tabel 5.11** Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja ditambah Empat Jam Kerja

Keterangan	Upah tenaga kerja per hari setelah ditambah empat jam kerja
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B (hari)	Rp. 25.674.450,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B (hari)	Rp. 11.088.786,00
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B (hari)	Rp. 29.355.375,00
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B (hari)	Rp. 53.373.410,00

Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, perhitungan yang dianalisis sama seperti pada lantai 9 segmen B di atas. Adapun rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 17.

2. Menentukan total biaya percepatan pekerjaan struktur jam kerja lembur.

Dari perhitungan upah tenaga kerja per hari pekerjaan struktur didapat total upah pekerjaan per segmen sebagai berikut.

Pekerjaan Plat lantai 9 segmen B

a. Pekerja bekisting plat lantai 9 segemen B

= Rp. 25.674.450

b. Pekerja pembesian plat lantai 9 segemen B

= Rp. 11.088.786

c. Pekerja pengecoran plat lantai 9 segemen B

= Rp. 2.360.000

Total = Rp. 51.463.929,00

Pekerjaan Balok lantai 9 segmen B

a. Pekerja bekisting balok lantai 9 segemen B

= Rp. 29.355.375

b. Pekerja pembesian balok lantai 9 segemen B

= Rp. 53.373.410

c. Pekerja pengecoran balok lantai 9 segemen B

= Rp. 3.820.000

Total = Rp. 86.548.786,00

Pekerjaan Kolom lantai 9 segmen B

a. Pekerja bekisting kolom lantai 9 segemen B

= Rp. 5.295.000

b. Pekerja pembesian kolom lantai 9 segemen B

= Rp. 2.650.000

c. Pekerja pengecoran kolom lantai 9 segemen B

= Rp. 745.000

Total = Rp. 8.690.000,00

Dari hasil perhitungan di atas dapat di hitung total biaya pekerjaan per segmen dari lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower sebagai berikut.

- a. Pekerjaan Plat lanatai  
 = Rp. 39.363.236 x total pekerjaan plat lantai  
 = Rp. 39.363.236 x 19 = Rp. 747.901.502,00
- b. Pekerjaan Balok  
 = Rp. 86.548.786 x total pekerjaan plat lantai  
 = Rp. 86.548.786 x 19 = Rp. 1.644.426.936,00
- c. Pekerjaan Kolom  
 = Rp. 8.690.000 x total pekerjaan plat lantai  
 = Rp. 8.690.000 x 17 = Rp. 147.730.000,00
- Total = Rp. 2.540.058.438,00

Hasil perhitungan pekerjaan Struktur lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR dengan durasi selama 81 hari diperoleh total nilai biaya pekerjaan jam kerja lembur empat jam sebesar Rp. 2.540.058.438,00.

### 5.5.3 Analisis Percepatan Durasi Proyek Dengan Sistem *Shift*

Produktivitas masing-masing tenaga kerja per hari sudah diketahui dari analisis sebelumnya dengan durasi *existing* proyek. Dalam penelitian ini koefisien produktivitas tenaga kerja pada sistem *shift* diambil angka 11% dari 11%-17% (Hanna,2008). Adapun perhitungan tahapan percepatan durasi penyelesaian proyek dengan sistem *shift* sebagai contoh pada lantai 9 segmen B berikut ini.

1. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.

a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan sistem *shift*

Produktivitas tenaga kerja *shift* = Prod. kerja/hr normal + (prod. kerja/hr – (prod. kerja/hr \* 11%))

Pekerja = 5 + (5 – (5\*11%))  
 = 9,45 m<sup>2</sup>/ hari

Tukang kayu = 10 + (10 – (10\*11%))  
 = 18,9 m<sup>2</sup>/ hari

Kepala tukang = 100 + (100 – (100\*11%))

$$= 189 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Mandor} = 50 + (50 - (50 * 11\%))$$

$$= 94,5 \text{ m}^2/\text{hari}$$

b. Menentukan durasi kerja Durasi pekerjaan *crashing*

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{prod.tenaga kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{565,605}{9,45 \times 23} = 2,602 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{565,605}{18,9 \times 12} = 2,493 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{565,605}{189 \times 2} = 1,496 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{565,605}{94,5 \times 2} = 2,992 \approx 3 \text{ hari}$$

Maka, didapat durasi *crashing* selama  $\approx 3$  hari

2. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan *shift*

$$\text{Produktivitas tenaga kerja shift} = \text{Prod. kerja/hr normal} + (\text{prod. kerja/hr} - (\text{prod. kerja/hr} * 11\%))$$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 1,428 + (1,428 - (1,428 * 11\%)) \\ &= 2,7 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang besi} &= 1,428 + (1,428 - (1,428 * 11\%)) \\ &= 2,7 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 14,285 + (14,285 - (14,285 * 11\%)) \\ &= 27 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 14,285 + (14,285 - (14,285 * 11\%)) \\ &= 27 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

b. Menentukan durasi kerja Durasi pekerjaan *crashing*

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{prod.tenaga kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$



$$\text{Pekerja} = \frac{43,513}{2,7 \times 7} = 2,302 \approx 2,5 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang batu} = \frac{43,513}{2,7 \times 7} = 2,302 \approx 2,5 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{43,513}{27 \times 1} = 1,611 \approx 2,5 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{43,513}{27 \times 1} = 1,611 \approx 2,5 \text{ hari}$$

Maka, didapat durasi *crashing* selama 2,5 hari.

3. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan sistem *shift*

Produktivitas tenaga kerja *shift* = Prod. kerja/hr normal + (prod. kerja/hr – (prod. kerja/hr \* 11%))

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 4,166 + (4,166 - (4,166 * 11\%)) \\ &= 7,875 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= 8,333 + (8,333 - (8,333 * 11\%)) \\ &= 15,75 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 83,333 + (83,333 - (83,333 * 11\%)) \\ &= 157,5 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 41,666 + (41,666 - (41,666 * 11\%)) \\ &= 78,75 \text{ m}^2/\text{hari} \end{aligned}$$

b. Menentukan durasi kerja Durasi pekerjaan *crashing*

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{prod.tenaga kerja shift} \times \text{jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{542,516}{7,875 \times 27} = 2,551 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang kayu} = \frac{542,516}{15,75 \times 14} = 2,461 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{565,605}{157,5 \times 2} = 1,722 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{565,605}{78,75 \times 2} = 3,444 \approx 3 \text{ hari}$$

Maka, didapat durasi *crashing* selama 3 hari.

4. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Pembesian Balok lantai 9 segmen B.

a. Menentukan produktivitas tenaga kerja dengan *shift*

Produktivitas tenaga kerja *shift* = Prod. kerja/hr normal + (prod. kerja/hr – (prod. kerja/hr \* 11%))

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= 1,428 + 1,428 - (1,428 * 11\%) \\ &= 2,7 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang batu} &= 1,429 + (0,714 - (0,714 * 11\%)) \\ &= 2,7 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= 14,285 + (14,285 - (14,285 * 11\%)) \\ &= 27 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= 14,285 + (14,285 - (14,285 * 11\%)) \\ &= 27 \text{ kg/ hari} \end{aligned}$$

b. Menentukan durasi kerja Durasi pekerjaan *crashing*

$$= \frac{\text{Volume pekerjaan}}{\text{prod.tenaga kerja shift x jumlah tenaga kerja}}$$

$$\text{Pekerja} = \frac{249,9165}{2,7 \times 35} = 2,644 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Tukang besi} = \frac{249,9165}{2,7 \times 35} = 2,644 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Kepala tukang} = \frac{249,9165}{27 \times 4} = 2,314 \approx 3 \text{ hari}$$

$$\text{Mandor} = \frac{249,9165}{27 \times 4} = 2,314 \approx 3 \text{ hari}$$

Maka, didapat durasi *crashing* selama 3 hari

Bedasarkan perhitungan diatas, diperoleh rekapitulasi durasi setelah ditambah empat jam kerja pada Tabel 5.11 sebagai berikut.

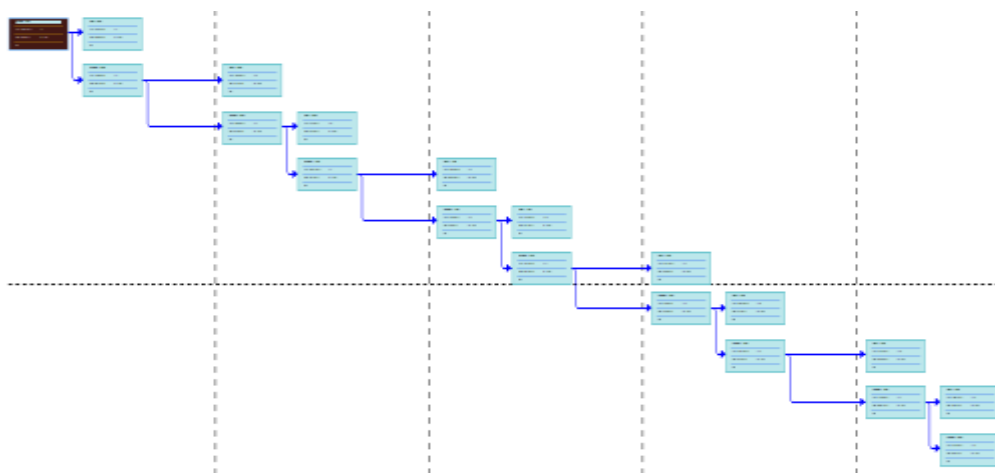
**Tabel 5.12** Rekapitulasi Durasi Percepatan Sistem *Shift* Kerja pada Lantai 9 Segmen B

Keterangan	Durasi Pekerjaan (hari)				Satuan (hari)
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor	
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	3	3	3	3	hari
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	2,5	2,5	2,5	2,5	hari
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	3	3	3	3	hari
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B	3	3	3	3	hari

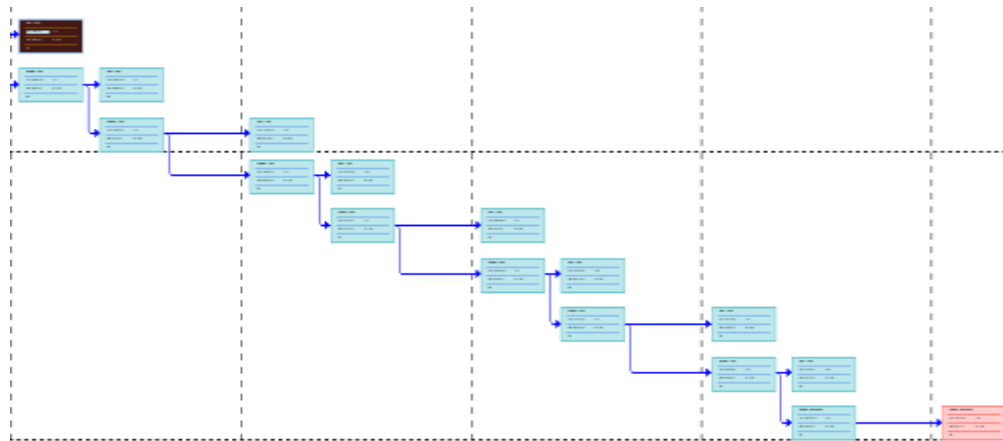
Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, perhitungan yang dianalisis sama seperti pada lantai 9 segmen B di atas. Adapun rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 18.

5. Membuat penjadwalan menggunakan *Microsoft Project* dengan analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) setelah dilakukan perhitungan percepatan sistem *shift*.

Berikut adalah hasil penjadwalan menggunakan *Microsoft Project* dengan analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) dari perhitungan percepatan dengan sistem *shift* pada pekerjaan struktur per segmen dari lantai 9 segmen B sampai lantai Roof dan LMR proyek pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.



**Gambar 5.12** Analisis PDM Pada *Microsoft Project* 2016 Sistem *Shift*



**Lanjutan Gambar 5.12** Analisis PDM Pada *Microsoft Project 2016*

Berdasarkan analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) menggunakan *Microsoft Project 2016* diatas, diperoleh total durasi waktu pekerjaan struktur lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR adalah 61 hari dimulai dari tanggal 02 september 2019 dan selesai pada tanggal 01 November 2019.

#### **5.5.4 Analisis Perhitungan Biaya Penyelesaian Proyek Dengan Sistem**

##### ***Shift***

Setelah mendapatkan durasi pekerjaan dipercepat, maka dapat dihitung berapa biaya tambahan akibat percepatang sistem *shift* kerja dengan menggunakan rumus tenaga kerja *shift* malam akan ditambah 15% dari upah normal (Hanna ,2008) dan biaya *shift* pagi dengan menggunakan biaya pekerjaan normal.

Tahapan perhitungan perhitungan biaya *shift* contoh seperti pada pekerjaan struktur lantai 9 segmen B sebagai berikut.

1. Menentukan upah percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Bekisting Plat lantai 9 segmen B.

a. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

1) Upah *Shift* pagi

Pekerja = Rp. 60.000,00

Tukang kayu = Rp. 80.000,00

Kepala tukang = Rp. 100.000,00

Mandor = Rp. 125.000,00

2) Upah *Shift* malam

$((15\% * \text{upah per hari}) + \text{gaji pekerja per hari})$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (15\% * \text{Rp. } 60.000) + \text{Rp. } 60.000 \\ &= \text{Rp. } 69.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= (15\% * \text{Rp. } 80.000) + \text{Rp. } 80.000 \\ &= \text{Rp. } 92.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= (15\% * \text{Rp. } 100.000) + \text{Rp. } 100.000 \\ &= \text{Rp. } 115.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (15\% * \text{Rp. } 125.000) + \text{Rp. } 125.000 \\ &= \text{Rp. } 143.750,00 \end{aligned}$$

3) Total upah tenaga kerja

$((\text{upah } \textit{shift} \text{ pagi} + \text{upah } \textit{shift} \text{ malam}) \times \text{durasi item pekerjaan} \times \text{jumlah tenaga kerja})$

$$\begin{aligned} \text{Pekerja} &= (60.000 + 69.000) \times 3 \times 23 \\ &= \text{Rp. } 8.901.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Tukang kayu} &= (80.000 + 92.000) \times 3 \times 12 \\ &= \text{Rp. } 6.192.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kepala tukang} &= (100.000 + 115.000) \times 3 \times 2 \\ &= \text{Rp. } 1.290.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= (125.000 + 143.750) \times 3 \times 2 \\ &= \text{Rp. } 1.612.500,00 \end{aligned}$$

$$\text{Total upah} = \text{Rp. } 18.995.500,00$$

2. Menentukan upah percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Pembesian Plat lantai 9 segmen B.

a. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

1) Upah *Shift* pagi

$$\text{Pekerja} = \text{Rp. } 60.000,00$$

$$\text{Tukang kayu} = \text{Rp. } 80.000,00$$

$$\text{Kepala tukang} = \text{Rp. } 100.000,00$$

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 125.000,00$$

2) Upah *Shift* malam

$((15\% * \text{upah per hari}) + \text{gaji pekerja per hari})$

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= (15\% * \text{Rp. } 60.000) + \text{Rp. } 60.000 \\
 &= \text{Rp. } 69.000,00 \\
 \text{Tukang besi} &= (15\% * \text{Rp. } 80.000) + \text{Rp. } 80.000 \\
 &= \text{Rp. } 92.000,00 \\
 \text{Kepala tukang} &= (15\% * \text{Rp. } 100.000) + \text{Rp. } 100.000 \\
 &= \text{Rp. } 115.000,00 \\
 \text{Mandor} &= (15\% * \text{Rp. } 125.000) + \text{Rp. } 125.000 \\
 &= \text{Rp. } 143.750,00
 \end{aligned}$$

3) Total upah tenaga kerja

((upah *shift* pagi + upah *shift* malam) x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= (60.000 + 69.000) \times 3 \times 7 \\
 &= \text{Rp. } 2.709.000,00 \\
 \text{Tukang batu} &= (80.000 + 92.000) \times 3 \times 7 \\
 &= \text{Rp. } 3.612.000,00 \\
 \text{Kepala tukang} &= (100.000 + 115.000) \times 3 \times 1 \\
 &= \text{Rp. } 645.000,00 \\
 \text{Mandor} &= (125.000 + 143.750) \times 3 \times 1 \\
 &= \text{Rp. } 806.250,00 \\
 \text{Total upah} &= \text{Rp. } 7.772.250,00
 \end{aligned}$$

3. Menentukan upah percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Bekisting Balok lantai 9 segmen B.

a. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

1) Upah *Shift* pagi

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= \text{Rp. } 60.000,00 \\
 \text{Tukang kayu} &= \text{Rp. } 80.000,00 \\
 \text{Kepala tukang} &= \text{Rp. } 100.000,00 \\
 \text{Mandor} &= \text{Rp. } 125.000,00
 \end{aligned}$$

2) Upah *Shift* malam

((15% \* upah per hari) + gaji pekerja per hari)

$$\text{Pekerja} = (15\% * \text{Rp. } 60.000) + \text{Rp. } 60.000$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp. } 69.000,00 \\
 \text{Tukang kayu} &= (15\% * \text{Rp. } 80.000) + \text{Rp. } 80.000 \\
 &= \text{Rp. } 92.000,00 \\
 \text{Kepala tukang} &= (15\% * \text{Rp. } 100.000) + \text{Rp. } 100.000 \\
 &= \text{Rp. } 115.000,00 \\
 \text{Mandor} &= (15\% * \text{Rp. } 125.000) + \text{Rp. } 125.000 \\
 &= \text{Rp. } 143.750,00
 \end{aligned}$$

3) Total upah tenaga kerja

((upah *shift* pagi + upah *shift* malam) x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= (60.000 + 69.000) \times 3 \times 27 \\
 &= \text{Rp. } 10.449.000,00 \\
 \text{Tukang kayu} &= (80.000 + 92.000) \times 3 \times 14 \\
 &= \text{Rp. } 7.224.000,00 \\
 \text{Kepala tukang} &= (100.000 + 115.000) \times 3 \times 2 \\
 &= \text{Rp. } 1.290.000,00 \\
 \text{Mandor} &= (125.000 + 143.750) \times 3 \times 2 \\
 &= \text{Rp. } 1.612.500,00 \\
 \text{Total upah} &= \text{Rp. } 20.575.500,00
 \end{aligned}$$

4. Menentukan percepatan dengan *shift* pada pekerjaan Pembesian Balok lantai 9 segmen B.

a. Menentukan biaya tambahan dan upah tenaga kerja

1) Upah *Shift* pagi

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= \text{Rp. } 60.000,00 \\
 \text{Tukang kayu} &= \text{Rp. } 80.000,00 \\
 \text{Kepala tukang} &= \text{Rp. } 100.000,00 \\
 \text{Mandor} &= \text{Rp. } 125.000,00
 \end{aligned}$$

2) Upah *Shift* malam

((15% \* upah per hari) + gaji pekerja per hari)

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= (15\% * \text{Rp. } 60.000) + \text{Rp. } 60.000 \\
 &= \text{Rp. } 69.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Tukang besi} &= (15\% * \text{Rp. } 80.000) + \text{Rp. } 80.000 \\
 &= \text{Rp. } 92.000,00 \\
 \text{Kepala tukang} &= (15\% * \text{Rp. } 100.000) + \text{Rp. } 100.000 \\
 &= \text{Rp. } 115.000,00 \\
 \text{Mandor} &= (15\% * \text{Rp. } 125.000) + \text{Rp. } 125.000 \\
 &= \text{Rp. } 143.750,00
 \end{aligned}$$

3) Total upah tenaga kerja

((upah *shift* pagi + upah *shift* malam) x durasi item pekerjaan x jumlah tenaga kerja)

$$\begin{aligned}
 \text{Pekerja} &= (60.000 + 69.000) \times 3 \times 35 \\
 &= \text{Rp. } 13.545.000,00 \\
 \text{Tukang besi} &= (80.000 + 92.000) \times 3 \times 35 \\
 &= \text{Rp. } 18.060.000,00 \\
 \text{Kepala tukang} &= (100.000 + 115.000) \times 3 \times 4 \\
 &= \text{Rp. } 2.580.000,00 \\
 \text{Mandor} &= (125.000 + 143.750) \times 3 \times 4 \\
 &= \text{Rp. } 3.225.000,00 \\
 \text{Total upah} &= \text{Rp. } 38.410.000,00
 \end{aligned}$$

Bedasarkan perhitungan diatas, diperoleh rekapitulasi biaya setelah didapatkan percepatan sistem *shift* pada Tabel 5.12 sebagai berikut.

**Tabel 5.13** Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Dengan Sistem *Shift*

Keterangan	Upah tenaga kerja dengan sistem <i>shift</i>
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	Rp. 18.995.500,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	Rp. 7.772.250,00
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	Rp. 20.575.500,00
Pekerjaan pembesian Kolom 9 segmen B	Rp. 38.410.000,00



Pada lantai segmen berikutnya sampai lantai Roof & LMR, perhitungan yang dianalisis sama seperti pada lantai 9 segmen B di atas. Adapun rekapitulasi lantai selanjutnya dapat dilihat pada Lampiran 19.

5. Menentukan total biaya percepatan pekerjaan struktur sistem *shift* kerja.

Berikut perhitungan total biaya pekerjaan struktur sistem *shift* dari lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.

a. Perhitungan total biaya pekerjaan per segmen pada pekerjaan struktur sistem *shift* Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.

Dari perhitungan upah tenaga kerja per hari pekerjaan struktur didapat total upah pekerjaan per segmen sebagai berikut.

Pekerjaan Plat lantai 9 segmen B

1) Pekerja bekisting plat lantai 9 segemen B

= Rp. 18.995.500

2) Pekerja pembesian plat lantai 9 segemen B

= Rp. 7.772.250

3) Pekerja pengecoran plat lantai 9 segemen B

= Rp. 2.360.000

Total = Rp. 29.127.750,00

Pekerjaan Balok lantai 9 segmen B

1) Pekerja bekisting balok lantai 9 segemen B

= Rp. 20.575.500

2) Pekerja pembesian balok lantai 9 segemen B

= Rp. 38.410.000

3) Pekerja pengecoran balok lantai 9 segemen B

= Rp. 3.820.000

Total = Rp. 62.805.500,00

Pekerjaan Kolom lantai 9 segmen B

1) Pekerja bekisting kolom lantai 9 segemen B

= Rp. 5.295.000

- 2) Pekerja pembesian kolom lantai 9 segemen B  
= Rp. 2.650.000
- 3) Pekerja pengecoran kolom lantai 9 segemen B  
= Rp. 745.000
- Total = Rp. 8.690.000,00

Dari hasil perhitungan di atas dapat di hitung total biaya pekerjaan per segmen dari lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower sebagai berikut.

- a. Pekerjaan Plat lanatai  
= Rp. 29.127.750 x total pekerjaan plat lantai  
= Rp. 29.127.750 x 19 = Rp. 553.427.250
- b. Pekerjaan Balok  
= Rp. 61.805.500 x total pekerjaan Balok  
= Rp. 62.805.500 x 19 = Rp. 1.193.304.500
- c. Pekerjaan Kolom  
= Rp. 8.690.000 x total pekerjaan Kolom  
= Rp. 8.690.000 x 17 = Rp. 147.730.000
- Total = Rp. 1.900.849.625,00

Hasil perhitungan pekerjaan Struktur lantai 9 Segmen B sampai lantai Roof & LMR dengan durasi selama 61 hari diperoleh total nilai biaya pekerjaan sistem *shift* sebesar Rp. 1.900.849.625,00.

Berikut tabel rekapitulasi perbandingan durasi dan biaya antara durasi *eksisting* proyek, durasi proyek yang sesudah dipercepat dengan jam kerja lembur dan sistem *shift* kerja pada Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower dengan Analisis PDM (*Precedence Diagram Method*) menggunakan Microsoft Project 2016.

**Tabel 5.14** Rekapitulasi Total Durasi Dan Biaya Proyek

Nama Pekerjaan	Durasi (hari)	Total Biaya Upah Tenaga Kerja
Pekerjaan struktur kerja normal	101	Rp. 1.498.725.000,00
Pekerjaan struktur lembur empat jam	81	Rp. 2.540.058.438,00
Pekerjaan struktur sitem <i>shift</i>	61	Rp. 1.900.849.625,00

## 5.6 Pembahasan

### 5.6.1 Hasil Analisis Percepatan Penyelesaian Proyek

Hasil dari proses percepatan menunjukkan bahwa percepatan dengan alternatif sistem *shift* pada Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower menghasilkan durasi total yaitu 61 hari atau 39,60% lebih cepat dari durasi *existing* yaitu 101 hari kerja dengan biaya total upah pekerja yang lebih mahal sebesar Rp.1.900.849.625 dan jam kerja *existing* proyek sebesar Rp.1.498.725.000. Maka dapat dikatakan bahwa dengan mempercepat durasi pekerjaan proyek, durasi pekerjaan proyek akan lebih cepat dari durasi pekerjaan proyek pada kondisi *existing* akan tetapi dampak biaya upah pekerja terhadap total upah pekerja lebih mahal menggunakan percepatan dengan sistem *shift* dibandingkan pada kondisi *existing* proyek.

Hasil dari proses percepatan menunjukkan bahwa percepatan dengan alternatif sistem *shift* menghasilkan total durasi yang lebih sedikit, yaitu 61 hari jika dibandingkan dengan alternatif penambahan empat jam lembur proyek yaitu 81 hari, untuk pekerjaan sistem *shift* dengan biaya total upah pekerja yang lebih murah sebesar Rp.1.900.849.625 dan jam kerja lembur empat jam sebesar Rp.2.540.058.438. Hal tersebut dikarenakan produktivitas tenaga kerja pada sistem *shift* lebih besar dari pada jam kerja lembur empat jam dan untuk perhitungan biaya upah pekerja lebih murah dengan sistem *shift* dikarenakan perhitungan dalam analisis biaya yang berbeda serta jumlah hari yang lebih sedikit. Pada hasil pembulatan perhitungan durasi item pekerjaan yang dipercepat juga mempengaruhi hasil total akhir durasi percepatan proyek dapat dilihat pada sub bab 5.5.1 Tabel 5.9 untuk durasi

percepatan jam kerja lembur empat jam dan sub bab 5.5.3 Tabel 5.11 untuk sistem *shift* kerja, dilihat dari pembulatan durasi pada Tabel 5.9 dan Tabel 5.11 durasi pada percepatan sistem *shift* lebih singkat dari pada jam kerja lembur empat jam.

Untuk perhitungan biaya juga sedikit berbeda pada perhitungan percepatan jam kerja lembur empat jam dan percepatan sistem *shift*, dapat dilihat seperti contoh hasil perhitungan di bawah ini yang menunjukkan hasil perhitungan biaya upah per hari pekerja dan tukang pada pekerjaan bekisting plat lantai.

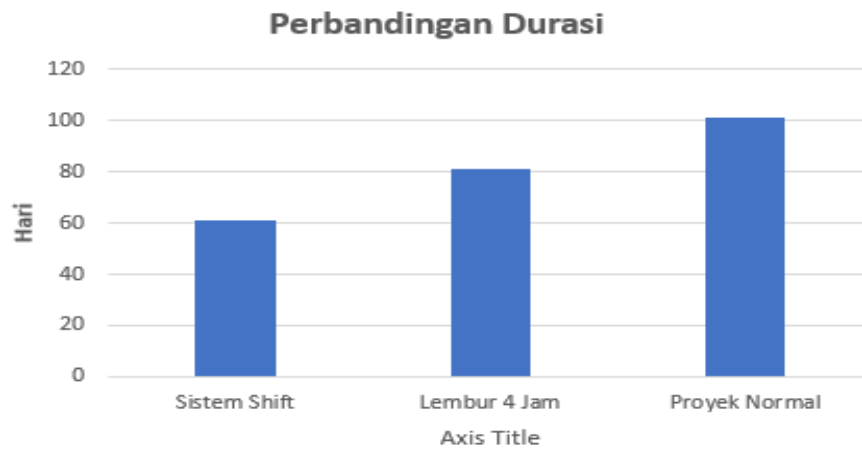
1. Pekerja (lembur empat jam) = Rp.138.034,00 / hari
2. Pekerja (sistem *shift*) = Rp.129.000,00 / hari
3. Tukang kayu (lembur empat jam) = Rp.184.046,00 / hari
4. Tukang kayu (sistem *shift*) = Rp.172.000,00 / hari

Dilihat dari contoh hasil perhitungan biaya upah pekerja per hari di atas, pada percepatan menggunakan sistem *shift* mendapatkan biaya upah yang lebih murah dibandingkan dengan biaya upah pekerja menggunakan percepatan lembur empat jam kerja.

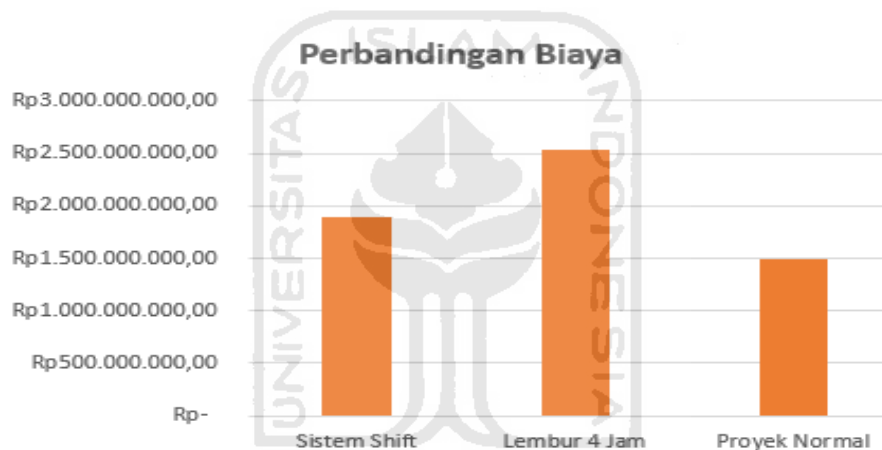
### 5.6.2 Perbandingan Durasi Dan Biaya Proyek

Dari hasil analisis percepatan yang sudah dilakukan dengan menambahkan jam kerja lembur empat jam, ternyata durasi proyek dapat dipercepat menjadi 81 hari atau lebih cepat sebesar 19,80% dari durasi *existing* proyek yaitu 101 hari untuk percepatan dengan sistem *shift* 39,60% lebih cepat dari durasi *existing*. Namun setelah dilakukan percepatan biaya upah pekerja dengan lembur yaitu Rp.2.540.058.438 lebih mahal 40,95% dibanding kondisi *existing* proyek yaitu Rp.1.498.725.000 sedangkan dengan sistem *shift* yaitu Rp.1.900.849.625 lebih mahal 21,15% dari kondisi *existing* proyek.

Berikut dibawah ini ditampilkan grafik perbandingan antara durasi *existing* proyek dan durasi proyek sesudah dipercepat, serta perbandingan biaya total sebelum dan sesudah dipercepat.



**Gambar 5.13** Grafik Perbandingan Durasi *Existing* Proyek dan Durasi Sesudah *Crashing*



**Gambar 5.14** Grafik Perbandingan Biaya *Existing* Proyek dan Biaya Sesudah *Crashing*

Dari pembahasan diatas. maka dapat dikatakan bahwa dengan mempercepat durasi pekerjaan proyek menggunakan dua alternatif percepatan yaitu jam kerja lembur empat jam dan sistem *shift* kerja dapat mempercepat durasi pekerjaan dari durasi *existing* pada Proyek Pembangunan Gedung Apartmen Yudhistira Tower.

Dari kedua alternatif yang telah di analisis dapat kesimpulan bahwa menggunakan sistem *shift* lebih efektif dan ekonomis dari segi biaya upah tenaga kerja dibandingkan dengan system lembur empat jam kerja.

## BAB VI

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada bab V, maka dalam penelitian ini dapat ditarik sebuah kesimpulan yang dapat menggambarkan hasil dari *crashing* terhadap pelaksanaan proyek Pembangunan Gedung Apartemen Yudhistira Tower sebagai berikut.

1. Total biaya upah tenaga kerja dalam kondisi *existing* ialah sebesar Rp.1.498.725.000,00 dengan durasi pelaksanaan proyek 101 hari kerja. Dari hasil analisis pada penelitian ini didapat total biaya upah tenaga kerja dalam kondisi penambahan jam kerja lembur selama empat jam didapat sebesar Rp.2.540.058.438,00 atau lebih mahal 40,95% dari biaya proyek pada kondisi *existing* akan tetapi durasi pelaksanaan proyek 81 hari kerja atau lebih cepat 19,80% dari durasi *existing* proyek, sedangkan total biaya proyek dalam kondisi sesudah *crashing* dengan alternatif menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) didapat sebesar Rp.1.900.849.625,00 atau lebih mahal 21,15% dari biaya *existing* proyek dan lebih murah 25,16% dari penambahan jam kerja lembur selama empat jam serta durasi pelaksanaan proyek 61 hari atau lebih cepat 39,60% dari durasi *existing* dan lebih cepat 24,69% dari penambahan jam kerja lembur selama empat jam
2. Dari kesimpulan nomor 1 dapat diambil kesimpulan kembali bahwa dengan menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) merupakan alternatif program *crashing* yang lebih efektif dan ekonomis, karena dengan menerapkan sistem *shift* kerja (*shift* pagi dan *shift* malam) durasi pekerjaan proyek lebih cepat jika dibandingkan dengan durasi proyek pada penambahan jam kerja lembur empat jam dan total biaya upah tenaga kerja proyek lebih murah jika dibandingkan dengan total biaya upah tenaga kerja proyek sesudah penambahan jam kerja lembur empat jam.

## 6.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dan kesimpulan diatas, maka saran sebagai berikut:

### 1. Penelitian selanjutnya

- a. Penelitian ini hanya menganalisis waktu serta biaya upah pekerja pada pekerjaan struktur, maka penelitian ini akan lebih baik apabila dilakukan analisis waktu serta biaya upah pekerja pada seluruh item pekerjaan proyek (pekerjaan arsitektur dan pekerjaan mekanikal elektrik).
- b. Penelitian ini hanya menganalisis biaya upah pekerja pada pekerjaan struktur, Maka akan lebih baik apabila mungkin ditambahkan dengan perhitungan biaya langsung (*Direct Cost*) dan tak langsung (*Indirect Cost*) pada seluruh komponen pekerjaan bangunan.
- c. Untuk objek penelitian tidak harus pada proyek pembangunan gedung, bisa juga pada proyek pembangunan jalan, pembangunan jembatan, pembangunan bendung, serta pembangunan yang lainnya.
- d. Metode percepatan yang digunakan dalam peneltian ini hanya menggunakan metode *crashing* dengan penambahan jam kerja lembur empat jam dan sistem *shift* (*shift* pagi dan *shift* malam). Maka akan lebih baik apabila mungkin ditambahkan dengan metode-metode *crashing* yang lainnya seperti metode *crashing* dengan penambahan tenaga kerja atau yang lainnya, agar dapat lebih banyak pembanding dan dapat mengetahui metode *crashing* mana yang lebih efektif dari segi waktu dan efisien dari segi biaya.
- e. Dalam pemilihan jenis proyek yang akan menjadi subjek penelitian, perlu diperhatikan kembali apakah proyek tersebut sesuai dengan kriteria judul penelitian. Apabila ada bukti nyata bahwa proyek tersebut sesuai dengan kriteria judul penelitian, maka akan lebih bagus.

### 2. Kontraktor

Penelitian ini mungkin dapat menjadi opsi pertimbangan kepada pihak kontraktor guna melakukan percepatan proyek dengan penambahan jam kerja lembur empat jam dan sistem *shift* (*shift* pagi dan *shift* malam) pada proyek selanjutnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahuja, 1994. *Project Management*, John Wiley & Sons, New York.
- Departemen Pekerjaan Umum, 1971, *Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971)*, Departemen Pekerjaan Umum, Jakarta.
- D. G. Malcolm, J. H. Roseboom, C. E. Clark, and W. Fazar, 1959. “*Application Of A Technique for Research and Development Program Evaluation*” *Oper. Res.*, vol. 7(5), pp. 64-669, US.
- Dipohusodo, Istimawan. 1994. *Struktur Beton Bertulang*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Ervianto, 2002. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Pertama. Yogyakarta: Salemba Empat.
- Ervianto, 2005. *Manajemen Proyek Konstruksi*, Edisi Revisi. Yogyakarta : Andi.
- Frederika, 2010. Analisis Percepatan Pelaksanaan dengan Menambah Jam Kerja Optimum pada Proyek Konstruksi (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Super Villa, Peti Tenget-Bandung), (*Journal Online*). (Tidak diterbitkan, <http://www.scribd.com/document/205836025/Jurnal-Analisis-Percepatan-Pelaksanaan-Dengan-Menambah-Jam-Kerja-Optimum-Pada-Proyek-Konstruksi..>
- Hanna, 2008. *Impact of Shift Work on Labor Productivity for Labor Intensive Contractor*. *Journal of Construction Engineering and Management*.
- Hegazy, T. dan Wassef. 2001. *Cost Optimization in Project with Repetitive Nonserial Activities*, *J. Constr. Eng. And Mgmt.*, 127(3), 183-191.
- Hendriputri. 2018. *Percepatan Jadwal (Crashing) Menggunakan Sistem Shift dengan Analisis PDM (Precedence Diagramming Method)*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Isnanta, C. 2018. *Analisis Penjadwalan Ulang dengan Menggunakan Precedence Diagram Method*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Kementrian Pekerjaan Umum Perumahan Rakyat. 2016. Permen PUPR No.28/PRT/M/2016. *Tentang Pedoman Analisis Harga satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*.



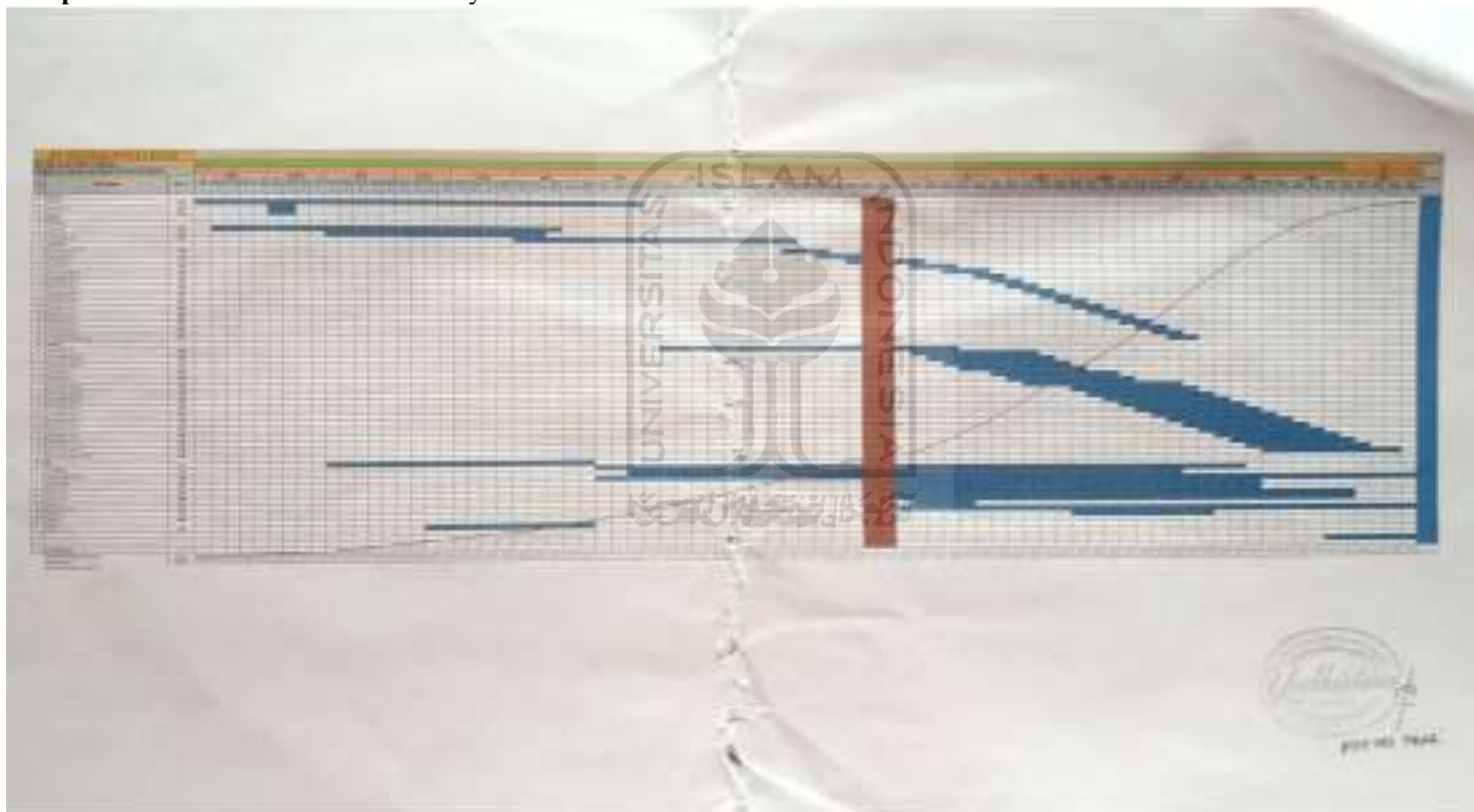
- Kerzner, H. 2001. *Project Management*. Seventh Edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Levis and Atherley. (1996). *Delay construction*. Langford: Cahner Books Internasional.
- Nugroho. 2018. *Penerapan Metode Percepatan Pekerjaan Struktur dengan Shift Kerja Pada Pembangunan Gedung Dinas Kesehatan Kabupaten Kulon Progo*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Sari. 2018. *Analisis Penjadwalan Ulang Proyek dengan Metode PERT (Program Evaluation and Review Technique)*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Setyorini, A dan Wiharjo, AK, 2005. *Optimasi Waktu dan Biaya Dengan Precedence Diagram Method Pada Proyek Solo Grand Mall*, Skripsi, Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Diponegoro, Semarang.
- Soeharto, 1995. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional*. Erlangga : Jakarta.
- Soeharto, 1999. *Manajemen Proyek : Dari Konseptual Sampai Operasional jilid 1 Edisi 2*. Erlangga : Jakarta.
- Undang-undang Republik Indonesia, Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung.



# LAMPIRAN



**Lampiran 1** *Time Schedule* Rencana Proyek





### Lampiran 3 Volume Pekerjaan Struktur

Tabel Volume Pekerjaan Struktur Satu Lantai Dari Lantai 9 – Roof & Lmr

Nama Pekerjaan	Volume Per Segmen	Satuan
<b>Pekerjaan Kolom</b>		
Pembesian Kolom	8832,32	kg
Bekisting Kolom	191,9232	m <sup>2</sup>
Pengecoran Kolom	38,4	m <sup>3</sup>
<b>Pekerjaan Balok</b>		
Bekisting Balok	1085,032	m <sup>2</sup>
Pembesian Balok	49983,3	kg
Pengecoran Balok	200,05	m <sup>3</sup>
<b>Pekerjaan Plat Lantai</b>		
Bekisting Plat Lantai	1131,21	m <sup>2</sup>
Pembesian Plat Lantai	8702,616	kg
Pengecoran Plat Lantai	135,75	m <sup>3</sup>

Tabel Volume Pekerjaan Struktur Per Segmen Dari Lantai 9 – Roof & Lmr

Nama Pekerjaan	Volume Per Segmen	Satuan
<b>Pekerjaan Kolom</b>		
Pembesian Kolom	4416,48	kg
Bekisting Kolom	95,9616	m <sup>2</sup>
Pengecoran Kolom	19,2	m <sup>3</sup>
<b>Pekerjaan Balok</b>		
Bekisting Balok	542,516	m <sup>2</sup>
Pembesian Balok	24991,65	kg
Pengecoran Balok	100,025	m <sup>3</sup>
<b>Pekerjaan Plat Lantai</b>		
Bekisting Plat Lantai	565,605	m <sup>2</sup>
Pembesian Plat Lantai	4351,308	kg
Pengecoran Plat Lantai	67,875	m <sup>3</sup>



**Lampiran 4** Daftar Harga Satuan Upah Tenaga

**RAB Total Pekerjaan Struktur**

1	Biaya Total (Struktur)	:	Rp. 90.000.000.000
---	------------------------	---	--------------------

**Tabel Daftar Harga Upah Pekerja**



No	Jenis Upah	Satuan	Harga (Rupiah)
1	Mandor Bekisting	Oh	Rp. 125.000
2	Mandor Besi	Oh	Rp. 125.000
3	Mandor Cor	Oh	Rp. 125.000
4	Kepala Tukang Bekisting	Oh	Rp. 100.000
5	Kepala Tukang Besi	Oh	Rp. 100.000
6	Kepala Tukang Cor	Oh	Rp. 100.000
7	Tukang kayu	Oh	Rp. 80.000
8	Tukang besi	Oh	Rp. 80.000
9	Tukang cor	Oh	Rp. 80.000
10	Pekerja	Oh	Rp. 60.000



**Lampiran 5 Data Wawancara Durasi Existing Proyek 8 Jam Kerja**

Tabel Data Wawancara Durasi Pekerjaan Normal Proyek 8 Jam Kerja

No	Nama Pekerjaan	Durasi (hari)	Hubungan
1	Plat dan Balok Lt. 9 Segmen B		
	Bekisting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
2	Kolom Lt. 9 Segmen B		1SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekisting	1	
	Pengecoran	1	
3	Plat dan Balok Lt. 10 Segmen A		1SS+6 days
	Bekisting	2	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
4	Kolom Lt. 10 Segmen A		1SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekisting	1	
	Pengecoran	1	
5	Plat dan Balok Lt. 10 Segmen B		2FS
	Bekisting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
6	Kolom Lt. 10 Segmen B		5SS+8 days
	Pembesian	3	

**Lanjutan Lampiran 5. Data Wawancara Durasi Existing Proyek**

	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
7	Plat dan Balok Lt. 11 Segmen A		4FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
8	Kolom Lt. 11 Segmen A		7SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
9	Plat dan Balok Lt. 11 Segmen B		6FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
10	Kolom Lt. 11 Segmen B		9SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
11	Plat dan Balok Lt. 12 Segmen A		8FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
12	Kolom Lt. 12 Segmen A		11SS+8 days



**Lanjutan Lampiran 5. Data Wawancara Durasi Existing Proyek**

	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
13	<b>Plat dan Balok Lt. 12 Segmen B</b>		10FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
14	<b>Kolom Lt. 12 Segmen B</b>		13SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
15	<b>Plat dan Balok Lt. 15 Segmen A</b>		12FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
16	<b>Kolom Lt. 15 Segmen A</b>		15SS+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
17	<b>Plat dan Balok Lt. 15 Segmen B</b>		14FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
18	<b>Kolom Lt. 15 Segmen B</b>		17SS+8 days

**Lanjutan Lampiran 5. Data Wawancara Durasi Existing Proyek**

	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
19	<b>Plat dan Balok Lt. 16 Segmen A</b>		16FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
20	<b>Kolom Lt. 16 Segmen A</b>		1955+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
21	<b>Plat dan Balok Lt. 16 Segmen B</b>		18FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
22	<b>Kolom Lt. 16 Segmen B</b>		2155+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
23	<b>Plat dan Balok Lt. 17 Segmen A</b>		20FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	

**Lanjutan Lampiran 5. Data Wawancara Durasi Existing Proyek**

24	Kolom Lt. 17 Segmen A		2355+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
25	Plat dan Balok Lt. 17 Segmen B		22FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
26	Kolom Lt. 17 Segmen B		2555+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
27	Plat dan Balok Lt. 18 Segmen A		24FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
28	Kolom Lt. 18 Segmen A		2755+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
29	Plat dan Balok Lt. 18 Segmen B		26FS
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	

**Lanjutan Lampiran 5. Data Wawancara Durasi Existing Proyek**

	Pengecoran	1	
30	Kolom Lt. 18 Segmen B		2955+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
31	Plat dan Balok Lt. 19 Segmen A		28F5
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
32	Kolom Lt. 19 Segmen A		3155+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
33	Plat dan Balok Lt. 19 Segmen B		30F5
	Bekesting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
34	Kolom Lt. 19 Segmen B		3355+8 days
	Pembesian	3	
	Bekesting	1	
	Pengecoran	1	
35	Plat dan Balok Lt. Roof & LMR Segmen A		32F5
	Bekesting	5	

**Lanjutan Lampiran 5. Data Wawancara Durasi Existing Proyek**

	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
36	Plat dan Balok Lt. Roof & LMR Segmen B		34FS
	Bekisting	5	
	Pembesian	5	
	Pengecoran	1	
	Pembesian	5	



## Lampiran 6 Data Responden

### A. DATA RESPONDEN

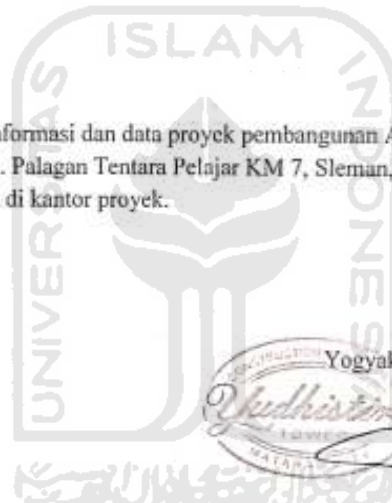
1. Nama : ACHMAD FEKRI
2. Jenis Kelamin : LAKI-LAKI
3. Umur : 50 TH
4. Berapa lama bekerja pada bidang konstruksi :  
a. < 5 th    b. 5-10 th    c. 10-15 th    d. 15-20 th     > 20 th
5. Pendidikan terakhir :  
a. SD    b. SMP/SLTP    c. SMA/SLTA/SMK    d. D3     S1    f. Lainnya

Dengan ini menyatakan bahwasannya mahasiswa di bawah ini,

Nama : Fajar Juniza

NIM : 13511312

Benar telah mendapatkan informasi dan data proyek pembangunan Apartemen Yudhistira Tower yang ber alamat di jl. Palagan Tentara Pelajar KM 7, Sleman, Yogyakarta, dengan wawancara di lapangan dan di kantor proyek.



Yogyakarta, 25 September 2019

ACHMAD FEKRI

## Lanjutan Lampiran 6. Data Responden

### A. DATA RESPONDEN

1. Nama : YONA SURYA FUTARIANA A.Md.T.
2. Jenis Kelamin : PEREMPUAN
3. Umur : 28
4. Berapa lama bekerja pada bidang konstruksi :  
a. < 5 th    b. 5-10 th    c. 10-15 th    d. 15-20 th    e. > 20 th
5. Pendidikan terakhir :  
a. SD    b. SMP/SLTP    c. SMA/SLTA/SMK    d. D3    e. S1    f. Lainnya

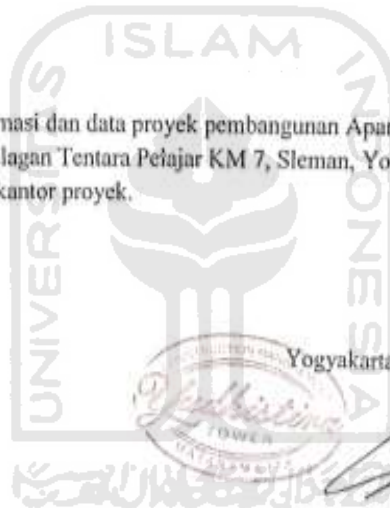
Dengan ini menyatakan bahwasannya mahasiswa di bawah ini,

Nama : Fajar Juniza

NIM : 13511312

Benar telah mendapatkan informasi dan data proyek pembangunan Apartemen Yudhistira Tower yang ber alamat di Jl. Palagan Tentara Pelajar KM 7, Sleman, Yogyakarta, dengan wawancara di lapangan dan di kantor proyek.

Yogyakarta, 25 September 2019



YONA SURYA FUTARIANA A.Md.T.

## Lampiran 7 Surat Keterangan Selesai Pengambilan Data Tugas Akhir

**PT. SARASWANTI INDOLAND DEVELOPMENT**  
DIV. MANAGEMENT CONSTRUCTION



No : 107/MKYT-SID/0/2020  
Perihal : Surat Keterangan Selesai Pengumpulan Data untuk Tugas Akhir  
Lamp : -

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menerangkan dengan sebenar-benarnya bahwa mahasiswa:

No	Nama	NIM	Prodi
1.	Fajar Juniza	13511312	SI Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia

Telah melaksanakan pengumpulan data untuk Tugas Akhir pada proyek Yudhistira Tower di Jalan Palagan Tentara Pelajar Km. 7 Sriharjo, Ngaglik, Kab. Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Demikian Surat Keterangan ini kami buat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 15 Januari 2020

Hormat kami,

A. Fecri  
Manajemen Konstruksi

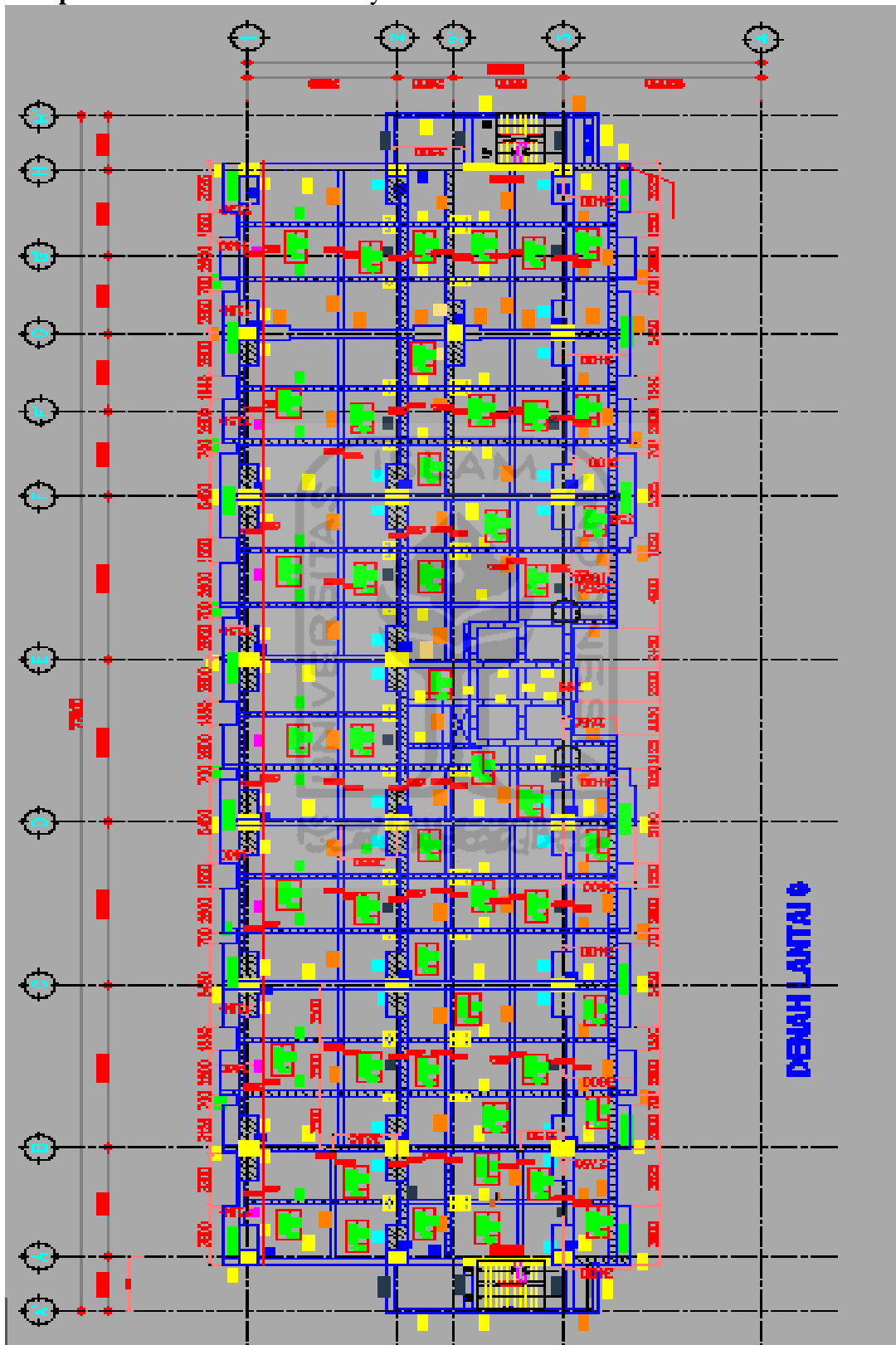


A MEMBER OF SARASWANTI GROUP

OFFICE: Mataram City, Jl. Palagan Tentara Pelajar Km. 1 Sleman, Yogyakarta 55211, PHONE: +62 274 881886  
+62 274 881887, FAX: 0141 881888, email: info@ptindoland.com, id@ptindoland.com, WEB: www.ptindoland.com



Lampiran 8 Gambar Struktur Proyek



## Lampiran 9 Perhitungan Produktivitas Tenaga Kerja

KAPASITAS TENAGA KERJA PER-HARI								
Pekerjaan	Uraian	Produktivitas	Produktivitas	Durasi Crashing	Durasi Crashing	PROD. SHIFT	Menentukan	Durasi Kerja
		Per/ Jam	Pr/ 12 jam					
			m/hari	Per Hari	Per Hari	m/hari	hari	hari
Pekerjaan Kolom Struktur LT 9 (K8) 80x100 cm K350	total 1 lantai KOLOM	di ambil 8 jam						
	pembesian kolom				pembulatan			pembulatan
	Pekerja	0.05952381	0.619047619	2.301391563	3	0.9	1.582967742	2
	Tukang besi	0.089285714	0.928571429	2.264861538	3	1.35	1.55784127	2
	Kepala Tukang	0.892857143	9.285714286	2.378104615	3	13.5	1.635733333	2
	Mandor	0.595238095	6.19047619	3.567156923	3	9	2.4536	2
	Bekisting kolom							
	Pekerja	0.568181818	5.909090909	0.738166154	1	8.590909091	0.507733333	1
	Tukang kayu	1.136363636	11.81818182	0.738166154	1	17.18181818	0.507733333	1
	Kepala Tukang	11.36363636	118.1818182	0.405991385	1	171.8181818	0.279253333	1
	Mandor	5.681818182	59.09090909	0.811982769	1	85.90909091	0.558506667	1
	Pekerjaan COR Kolom Struktur Lt.9							
	pekerja	0.125	1.3	0.738461538	1	1.89	0.507936508	1
	Tukang cor	0.5	5.2	0.738461538	1	7.56	0.507936508	1
Kepala Tukang	5	52	0.369230769	1	75.6	0.253968254	1	
Mandor	1.25	13	1.476923077	1	18.9	1.015873016	1	
Pekerjaan Balok Struktur LT 9 K350	total 1 lantai BALOK							
	Bekisting balok							
	Pekerja	0.520833333	5.416666667	3.709511111	4	7.875	2.551515579	2.5
	Tukang kayu	1.041666667	10.83333333	3.577028571	4	15.75	2.460390023	2.5
	Kepala Tukang	10.41666667	108.3333333	2.50392	4	157.5	1.722273016	2.5
	Mandor	5.208333333	54.16666667	5.00784	4	78.75	3.444546032	2.5
	pembesian balok							
	Pekerja	0.05952381	0.619047619	3.844869231	4	0.9	2.644619048	2.5
	Tukang besi	0.089285714	0.928571429	3.844869231	4	1.35	2.644619048	2.5
	Kepala Tukang	0.892857143	9.285714286	3.844869231	4	13.5	2.644619048	2.5
	Mandor	0.595238095	6.19047619	3.670102448	4	9	2.524409091	2.5
	Pekerjaan COR Balok Struktur Lt.9							
	pekerja	0.125	1.3	0.769423077	1	1.89	0.529232804	0.5
	Tukang cor	0.5	5.2	0.769423077	1	7.56	0.529232804	0.5
Kepala Tukang	5	52	0.961778846	1	75.6	0.661541005	0.5	
Mandor	1.25	13	0.769423077	1	18.9	0.529232804	0.5	
Pekerjaan Pelat Struktur LT 9 K350	total 1 lantai PELAT							
	Bekisting pelat							
	Pekerja	0.625	6.5	3.783311037	4	9.45	2.602277433	2.5
	Tukang kayu	1.25	13	3.625673077	4	18.9	2.493849206	2.5
	Kepala Tukang	12.5	130	2.175403846	4	189	1.496309524	2.5
	Mandor	6.25	65	4.350807692	4	94.5	2.992619048	2.5
	pembesian pelat							
	Pekerja	0.178571429	1.857142857	3.34716	4	2.7	2.302279365	2.5
	Tukang besi	0.178571429	1.857142857	3.34716	4	2.7	2.302279365	2.5
	Kepala Tukang	1.785714286	18.57142857	2.343012	4	27	1.611595556	2.5
	Mandor	1.785714286	18.57142857	2.343012	4	27	1.611595556	2.5
	Pekerjaan COR pelat Struktur Lt.9							
	pekerja	0.125	1.3	0.767816742	1	1.89	0.528127918	0.5
	Tukang cor	0.5	5.2	0.767816742	1	7.56	0.528127918	0.5
Kepala Tukang	5	52	0.652644231	1	75.6	0.44890873	0.5	
Mandor	1.25	13	0.870192308	1	18.9	0.598544974	0.5	

## Lampiran 10 Perhitungan Kebutuhan Jumlah Tenaga Kerja

KAPASITAS TENAGA KERJA PER-HARI								
Pekerjaan	Uraian	Volume pekerjaan	Satuan	Koef Tenaga Kerja	Kapasitas Tenaga Kerja	Durasi Pekerjaan (asumsi dari wawancara)	Jumlah tenaga kerja / hari	Jumlah tenaga kerja / hari
Pekerjaan Kolom Struktur LT 9 (K8) 80x100 cm K350	total 1 lantai KOLOM				8 jam kerja	ganti / jam aj		Pembulatan
	pembesian kolom				jam 8 - jam 17/ break 1 jam			
	Pekerja	44.1648	kg	2.1	0.476190476	3	30.91536	31
	Tukang besi	44.1648	kg	1.4	0.714285714	3	20.61024	21
	Kepala Tukang	44.1648	kg	0.14	7.142857143	3	2.061024	2
	Mandor	44.1648	kg	0.21	4.761904762	3	3.091536	2
	Bekisting kolom							
	Pekerja	95.9616	m2	0.22	4.545454545	1	21.111552	22
	Tukang kayu	95.9616	m2	0.11	9.090909091	1	10.555776	11
	Kepala Tukang	95.9616	m2	0.011	90.90909091	1	1.0555776	2
	Mandor	95.9616	m2	0.022	45.45454545	1	2.1111552	2
	Pekerjaan COR Kolom Struktur Lt.9							
	pekerja	19.2	m3	1	1	1	19.2	20
	Tukang cor	19.2	m3	0.25	4	1	4.8	5
	Kepala Tukang	19.2	m3	0.025	40	1	0.48	1
Mandor	19.2	m3	0.1	10	1	1.92	1	
Pekerjaan Balok Struktur LT 9 K350	total 1 lantai BALOK							
	Bekisting balok							
	Pekerja	542.516	m2	0.24	4.166666667	5	26.040768	27
	Tukang kayu	542.516	m2	0.12	8.333333333	5	13.020384	14
	Kepala Tukang	542.516	m2	0.012	83.33333333	5	1.3020384	2
	Mandor	542.516	m2	0.024	41.66666667	5	2.6040768	2
	pembesian balok							
	Pekerja	249.9165	kg	2.1	0.476190476	5	104.96493	105
	Tukang besi	249.9165	kg	1.4	0.714285714	5	69.97662	70
	Kepala Tukang	249.9165	kg	0.14	7.142857143	5	6.997662	7
	Mandor	249.9165	kg	0.21	4.761904762	5	10.496493	11
	Pekerjaan COR Balok Struktur Lt.9							
	pekerja	100.025	m3	1	1	1	100.025	100
	Tukang cor	100.025	m3	0.25	4	1	25.00625	25
	Kepala Tukang	100.025	m3	0.025	40	1	2.500625	2
Mandor	100.025	m3	0.1	10	1	10.0025	10	
Pekerjaan Pelat Struktur LT 9 K350	total 1 lantai PELAT							
	Bekisting pelat							
	Pekerja	565.605	m2	0.2	5	5	22.6242	23
	Tukang kayu	565.605	m2	0.1	10	5	11.3121	12
	Kepala Tukang	565.605	m2	0.01	100	5	1.13121	2
	Mandor	565.605	m2	0.02	50	5	2.26242	2
	pembesian pelat							
	Pekerja	43.51308	kg	0.7	1.428571429	5	6.0918312	7
	Tukang besi	43.51308	kg	0.7	1.428571429	5	6.0918312	7
	Kepala Tukang	43.51308	kg	0.07	14.28571429	5	0.60918312	1
	Mandor	43.51308	kg	0.07	14.28571429	5	0.60918312	1
	Pekerjaan COR pelat Struktur Lt.9							
	pekerja	67.875	m3	1	1	1	67.875	68
	Tukang cor	67.875	m3	0.25	4	1	16.96875	17
	Kepala Tukang	67.875	m3	0.025	40	1	1.696875	2
Mandor	67.875	m3	0.1	10	1	6.7875	6	

## Lampiran 11 Perhitungan Produktivitas, Durasi *Crashing* & Upah Pekerja

Pekerjaan	Uraian	Harga Upah Normal	Harga Total Upah Normal	Harga Upah Lembur jam 1	Harga Upah Lembur jam 2 - 4	Total Cost per Hari Lembur	Total Upah Tenaga Kerja Lembur	Harga Upah Shift Malam	Total Harga Upah Shift Pagi & Malam	Produktivitas Per/ Jam Normal proyek
		/hari Normal	/hari Normal			/hari		/hari Shift Malam	/hari	
Pekerjaan Kolom Struktur LT9 (K8) 80x100 cm K350	total 1 lantai KOLOM		dikali jumlah pekerja							di ambil 12 jam
	pembesian kolom									
	Pekerja	Rp 60,000.00	Rp 5,580,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 12,837,225.43	Rp 129,000.00	Rp 11,718,000.00	0.004960317
	Tukang besi	Rp 80,000.00	Rp 5,040,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 11,594,913.29	Rp 172,000.00	Rp 10,584,000.00	0.007440476
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 600,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 1,380,346.82	Rp 215,000.00	Rp 1,260,000.00	0.074404762
	Mandor	Rp 125,000.00	Rp 750,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 1,725,433.53	Rp 268,750.00	Rp 1,575,000.00	0.049603175
	Bekisting kolom	Total =	Rp 11,970,000.00	Rp 35,910,000.00	Total =	Rp 27,537,919.08	Rp 25,137,000.00			
	Pekerja	Rp 60,000.00	Rp 1,320,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 3,036,763.01	Rp 129,000.00	Rp 4,158,000.00	0.047348485
	Tukang kayu	Rp 80,000.00	Rp 880,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 2,024,508.67	Rp 172,000.00	Rp 2,772,000.00	0.09469697
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 200,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 460,115.61	Rp 215,000.00	Rp 630,000.00	0.9469697
	Mandor	Rp 125,000.00	Rp 250,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 575,144.51	Rp 268,750.00	Rp 787,500.00	0.473484848
	Pekerjaan COR Kolom Struktur Lt.9	Total =	Rp 2,650,000.00		Total =	Rp 6,096,531.79	Rp 8,347,500.00			
	pekerja	Rp 60,000.00	Rp 1,200,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 2,760,693.64	Rp 129,000.00	Rp 3,780,000.00	0.010416667
	Tukang cor	Rp 80,000.00	Rp 400,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 920,231.21	Rp 172,000.00	Rp 1,260,000.00	0.041666667
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 100,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 230,057.80	Rp 215,000.00	Rp 315,000.00	0.416666667
Mandor	Rp 125,000.00	Rp 125,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 287,572.25	Rp 268,750.00	Rp 393,750.00	0.041666667	
	total 1 lantai BALOK	Total =	Rp 1,825,000.00		Total =	Rp 4,198,554.91	Rp 5,748,750.00			
Pekerjaan Balok Struktur LT 9 K350	Bekisting balok									
	Pekerja	Rp 60,000.00	Rp 8,100,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 14,907,745.66	Rp 129,000.00	Rp 12,757,500.00	0.043402778
	Tukang kayu	Rp 80,000.00	Rp 5,600,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 10,306,589.60	Rp 172,000.00	Rp 8,820,000.00	0.086805556
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 1,000,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 1,840,462.43	Rp 215,000.00	Rp 1,575,000.00	0.868055556
	Mandor	Rp 125,000.00	Rp 1,250,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 2,300,578.03	Rp 268,750.00	Rp 1,968,750.00	0.434027778
	pembesian balok	Total =	Rp 15,950,000.00	Rp 79,750,000.00	Total =	Rp 29,355,375.72	Rp 25,121,250.00			
	Pekerja	Rp 60,000.00	Rp 31,500,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 57,974,566.47	Rp 129,000.00	Rp 49,612,500.00	0.004960317
	Tukang besi	Rp 80,000.00	Rp 28,000,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 51,532,947.98	Rp 172,000.00	Rp 44,100,000.00	0.007440476
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 3,500,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 6,441,618.50	Rp 215,000.00	Rp 5,512,500.00	0.074404762
	Mandor	Rp 125,000.00	Rp 6,875,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 12,653,179.19	Rp 268,750.00	Rp 10,828,125.00	0.049603175
	Pekerjaan COR Balok Struktur Lt.9	Total =	Rp 69,875,000.00	Rp 349,375,000.00	Total =	Rp 128,602,312.14	Rp 110,053,125.00			
	pekerja	Rp 60,000.00	Rp 6,000,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 13,803,468.21	Rp 129,000.00	Rp 9,450,000.00	0.010416667
	Tukang cor	Rp 80,000.00	Rp 2,000,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 4,601,156.07	Rp 172,000.00	Rp 3,150,000.00	0.041666667
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 200,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 460,115.61	Rp 215,000.00	Rp 315,000.00	0.416666667
	Mandor	Rp 125,000.00	Rp 1,250,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 2,875,722.54	Rp 268,750.00	Rp 1,968,750.00	0.041666667
	total 1 lantai PELAT	Total =	Rp 9,450,000.00		Total =	Rp 21,740,462.43	Rp 14,883,750.00			
Pekerjaan Pelat Struktur LT 9 K350	Bekisting pelat									
	Pekerja	Rp 60,000.00	Rp 6,900,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 12,699,190.75	Rp 129,000.00	Rp 10,867,500.00	0.052083333
	Tukang kayu	Rp 80,000.00	Rp 4,800,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 8,834,219.65	Rp 172,000.00	Rp 7,560,000.00	0.041666667
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 1,000,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 1,840,462.43	Rp 215,000.00	Rp 1,575,000.00	1.041666667
	Mandor	Rp 125,000.00	Rp 1,250,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 2,300,578.03	Rp 268,750.00	Rp 1,968,750.00	0.520833333
	pembesian pelat	Total =	Rp 13,950,000.00	Rp 69,750,000.00	Total =	Rp 25,674,450.87	Rp 21,971,250.00			
	Pekerja	Rp 60,000.00	Rp 2,100,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 3,864,971.10	Rp 129,000.00	Rp 3,307,500.00	0.014880952
	Tukang besi	Rp 80,000.00	Rp 2,800,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 5,153,294.80	Rp 172,000.00	Rp 4,410,000.00	0.014880952
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 500,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 920,231.21	Rp 215,000.00	Rp 787,500.00	0.148809524
	Mandor	Rp 125,000.00	Rp 625,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 1,150,289.02	Rp 268,750.00	Rp 984,375.00	0.148809524
	Pekerjaan COR pelat Struktur Lt.9	Total =	Rp 6,025,000.00	Rp 30,125,000.00	Total =	Rp 11,088,786.13	Rp 9,489,375.00			
	pekerja	Rp 60,000.00	Rp 4,080,000.00	Rp 15,606.94	Rp 62,427.75	Rp 138,034.68	Rp 9,386,358.38	Rp 129,000.00	Rp 6,426,000.00	0.010416667
	Tukang cor	Rp 80,000.00	Rp 1,360,000.00	Rp 20,809.25	Rp 83,236.99	Rp 184,046.24	Rp 3,128,786.13	Rp 172,000.00	Rp 2,142,000.00	0.041666667
	Kepala Tukang	Rp 100,000.00	Rp 200,000.00	Rp 26,011.56	Rp 104,046.24	Rp 230,057.80	Rp 460,115.61	Rp 215,000.00	Rp 315,000.00	0.416666667
	Mandor	Rp 125,000.00	Rp 750,000.00	Rp 32,514.45	Rp 130,057.80	Rp 287,572.25	Rp 1,725,433.53	Rp 268,750.00	Rp 1,181,250.00	0.041666667
	Total =	Rp 6,390,000.00		Total =	Rp 14,700,693.64	Rp 10,064,250.00				

**Lampiran 12 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Per Hari**

Nama Pekerjaan	Produktivitas tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B ( $m^2$ /hari)	5	10	100	50
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B (kg/hari)	1,428	1,428	14,285	14,285
Pekerjaan pengecoran plat lantai 9 segmen B ( $m^3$ /hari)	14,492	4,132	29,411	13,698
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B ( $m^2$ /hari)	4,166	8,333	83,333	41,666
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B (kg/hari)	1,428	1,428	14,285	14,285
Pekerjaan pengecoran Balok 9 segmen B ( $m^3$ /hari)	14,492	4,132	27,027	13,698
Pekerjaan pembesian Kolom 9 segmen B (kg/hari)	1,428	1,428	14,285	14,285
Pekerjaan bekisting Kolom 9 segmen B ( $m^2$ /hari)	4,545	9,090	90,909	45,454
Pekerjaan pengecoran Kolom 9 segmen B ( $m^3$ /hari)	16,393	4,694	30,303	13,698

Selanjutnya hasil perhitungan pada lantai 10 sampai dengan lantai Roof & LMR diperoleh hasil yang sama dengan lantai 9.

### Lampiran 13 Rekapitulasi Jumlah Tenaga Kerja

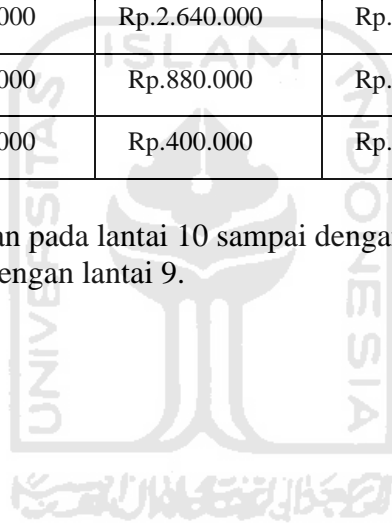
Nama Pekerjaan	Jumlah tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B (OH)	23	12	2	2
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B (OH)	7	7	1	1
Pekerjaan pengecoran plat lantai 9 segmen B (OH)	5	17	2	4
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B (OH)	27	14	2	2
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B (OH)	35	35	4	4
Pekerjaan pengecoran Balok 9 segmen B (OH)	7	25	4	8
Pekerjaan pembesian Kolom 9 segmen B (OH)	11	11	1	1
Pekerjaan bekisting Kolom 9 segmen B (OH)	22	11	2	2
Pekerjaan pengecoran Kolom 9 segmen B (OH)	2	5	1	1
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen A (OH)	23	12	2	2
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen A (OH)	7	7	1	1
Pekerjaan pengecoran plat lantai 10 segmen A (OH)	5	17	2	4
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen A (OH)	27	14	2	2
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen A (OH)	35	35	4	4
Pekerjaan pengecoran 10 segmen A (OH)	7	25	4	8
Pekerjaan pembesian Kolom 10 segmen A (OH)	11	11	1	1
Pekerjaan bekisting Kolom 10 segmen A (OH)	22	11	2	2
Pekerjaan pengecoran Kolom 10 segmen A (OH)	2	5	1	1
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen B (OH)	23	12	2	2
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen B (OH)	7	7	1	1
Pekerjaan pengecoran plat lantai 10 segmen B (OH)	5	17	2	4

Selanjutnya hasil perhitungan pada lantai 11 sampai dengan lantai Roof & LMR diperoleh hasil yang sama dengan lantai 9 dan lantai 10.

### Lampiran 14 Rekapitulasi Upah Tenaga Kerja Per Hari Existing

Keterangan	Produktivitas tenaga kerja			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	Rp.6.900.000	Rp.4.800.000	Rp.1.000.000	Rp.1.250.000
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	Rp.2.100.000	Rp.2.800.000	Rp.500.000	Rp.625.000
Pekerjaan pengecoran plat lantai 9 segmen B	Rp.300.000	Rp.1.360.000	Rp.200.000	Rp.500.000
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	Rp.8.100.000	Rp.5.600.000	Rp.1.000.000	Rp.1.250.000
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B	Rp.10.500.000	Rp.14.000.000	Rp.2.000.000	Rp.2.500.000
Pekerjaan pengecoran Balok 9 segmen B	Rp.420.000	Rp.2.000.000	Rp.400.000	Rp.1.000.000
Pekerjaan pembesian Kolom 9 segmen B	Rp.1.980.000	Rp.2.640.000	Rp.300.000	Rp.375.000
Pekerjaan bekisting Kolom 9 segmen B	Rp.1.320.000	Rp.880.000	Rp.200.000	Rp.250.000
Pekerjaan pengecoran Kolom 9 segmen B	Rp.1.200.000	Rp.400.000	Rp.100.000	Rp.125.000

Selanjutnya hasil perhitungan pada lantai 10 sampai dengan lantai Roof & LMR diperoleh hasil yang sama dengan lantai 9.



### Lampiran 15 Rekapitulasi Produktivitas Tenaga Kerja Jam Kerja Lembur

Keterangan	Produktivitas tenaga kerja jam lembur			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B ( $m^2$ /hari)	6,5	13	130	65
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B ( $m^2$ /hari)	5,416	10,833	108,333	54,166
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen A ( $m^2$ /hari)	6,5	13	130	65
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen A (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen A ( $m^2$ /hari)	5,416	10,833	108,333	54,166
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen A (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen B ( $m^2$ /hari)	6,5	13	130	65
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen B (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen B ( $m^2$ /hari)	5,416	10,833	108,333	54,166
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen B (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting plat lantai 11 segmen A ( $m^2$ /hari)	6,5	13	130	65
Pekerjaan pembesian plat lantai 11 segmen A (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting Balok 11 segmen A ( $m^2$ /hari)	5,416	10,833	108,333	54,166
Pekerjaan pembesian Balok 11 segmen A (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting plat lantai 11 segmen B ( $m^2$ /hari)	6,5	13	130	65
Pekerjaan pembesian plat lantai 11 segmen B (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571
Pekerjaan bekisting Balok 11 segmen B ( $m^2$ /hari)	5,416	10,833	108,333	54,166
Pekerjaan pembesian Balok 11 segmen B (kg/hari)	1,857	1,857	18,571	18,571

Selanjutnya hasil perhitungan pada lantai 12 sampai dengan lantai Roof & LMR diperoleh hasil yang sama dengan lantai 9 sampai lantai 11.



**Lampiran 16** Rekapitulasi Durasi Setelah ditambah Empat Jam Kerja

Keterangan	Durasi Pekerjaan (hari)			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen A (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen A (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen A (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen A (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting plat lantai 11 segmen A (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian plat lantai 11 segmen A (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting Balok 11 segmen A (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian Balok 11 segmen A (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting plat lantai 11 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian plat lantai 11 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan bekisting Balok 11 segmen B (hari)	4	4	4	4
Pekerjaan pembesian Balok 11 segmen B (hari)	4	4	4	4

Selanjutnya hasil perhitungan pada lantai 12 sampai dengan lantai Roof & LMR diperoleh hasil yang sama dengan lantai 9 sampai lantai 11.

**Lampiran 17** Rekapitulasi Upah Total Tenaga Kerja Empat Jam Kerja

Keterangan	Upah total tenaga kerja ditambah empat jam kerja
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	Rp. 25.674.450,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	Rp. 11.088.786,00
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	Rp. 29.355.375,00
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B	Rp. 53.373.410,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen A	Rp. 25.674.450,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen A	Rp. 11.088.786,00
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen A	Rp. 29.355.375,00
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen A	Rp. 53.373.410,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen B	Rp. 25.674.450,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen B	Rp. 11.088.786,00
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen B	Rp. 29.355.375,00
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen B	Rp. 53.373.410,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 11 segmen A	Rp. 25.674.450,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 11 segmen A	Rp. 11.088.786,00
Pekerjaan bekisting Balok 11 segmen A	Rp. 29.355.375,00
Pekerjaan pembesian Balok 11 segmen A	Rp. 53.373.410,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 11 segmen B	Rp. 25.674.450,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 11 segmen B	Rp. 11.088.786,00
Pekerjaan bekisting Balok 11 segmen B	Rp. 29.355.375,00
Pekerjaan pembesian Balok 11 segmen B	Rp. 53.373.410,00

Selanjutnya hasil perhitungan pada lantai 12 sampai dengan lantai Roof & LMR diperoleh hasil yang sama dengan lantai 9 sampai lantai 11.

**Lampiran 18** Rekapitulasi Durasi Percepatan Sistem *Shift Kerja*

Keterangan	Durasi Pekerjaan (hari)			
	Pekerja	Tukang	Kepala tukang	Mandor
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B (hari)	3	3	3	3
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B (hari)	2,5	2,5	2,5	2,5
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B (hari)	3	3	3	3
Pekerjaan pembesian Balok 9 segmen B (hari)	3	3	3	3
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen A (hari)	3	3	3	3
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen A (hari)	2,5	2,5	2,5	2,5
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen A (hari)	3	3	3	3
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen A (hari)	3	3	3	3
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen B (hari)	3	3	3	3
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen B (hari)	2,5	2,5	2,5	2,5
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen B (hari)	3	3	3	3
Pekerjaan pembesian Balok 10 segmen B (hari)	3	3	3	3

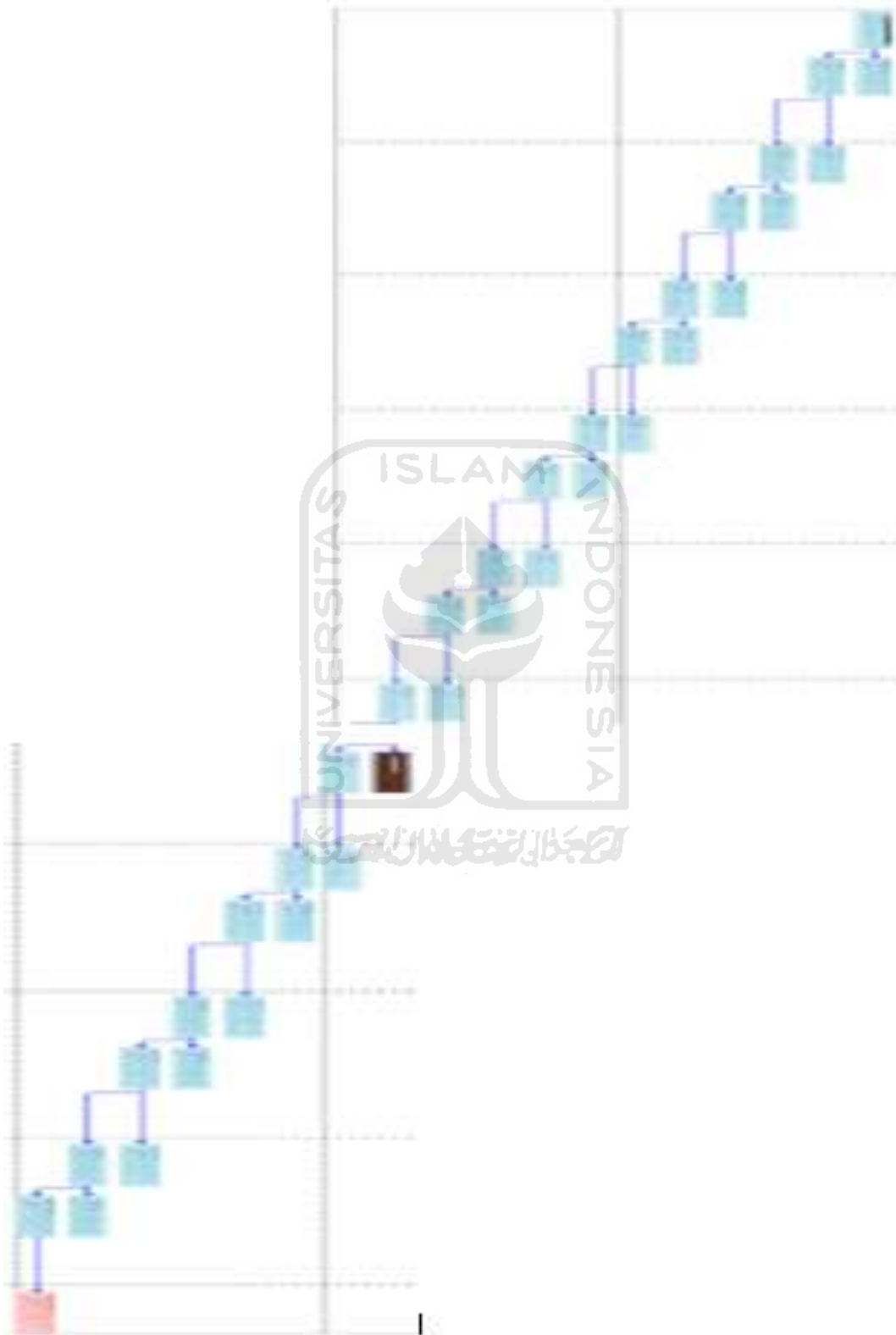
Selanjutnya hasil perhitungan pada lantai 11 sampai dengan lantai Roof & LMR diperoleh hasil yang sama dengan lantai 9 & lantai 10.

**Lampiran 19** Rekapitulasi Total Upah Tenaga Kerja Dengan Sistem *Shift*

Keterangan	Upah total tenaga kerja dengan sistem <i>shift</i>
Pekerjaan bekisting plat lantai 9 segmen B	Rp. 18.995.500,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 9 segmen B	Rp. 7.772.250,00
Pekerjaan bekisting Balok 9 segmen B	Rp. 20.575.500,00
Pekerjaan pembesian Kolom 9 segmen B	Rp. 38.410.000,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen A	Rp. 18.995.500,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen A	Rp. 7.772.250,00
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen A	Rp. 20.575.500,00
Pekerjaan pembesian Kolom 10 segmen A	Rp. 38.410.000,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 10 segmen B	Rp. 18.995.500,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 10 segmen B	Rp. 7.772.250,00
Pekerjaan bekisting Balok 10 segmen B	Rp. 20.575.500,00
Pekerjaan pembesian Kolom 10 segmen B	Rp. 38.410.000,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 11 segmen A	Rp. 18.995.500,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 11 segmen A	Rp. 7.772.250,00
Pekerjaan bekisting Balok 11 segmen A	Rp. 20.575.500,00
Pekerjaan pembesian Kolom 11 segmen A	Rp. 38.410.000,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 11 segmen B	Rp. 18.995.500,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 11 segmen B	Rp. 7.772.250,00
Pekerjaan bekisting Balok 11 segmen B	Rp. 20.575.500,00
Pekerjaan pembesian Kolom 11 segmen B	Rp. 38.410.000,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 12 segmen A	Rp. 18.995.500,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 12 segmen A	Rp. 7.772.250,00
Pekerjaan bekisting Balok 12 segmen A	Rp. 20.575.500,00
Pekerjaan pembesian Kolom 12 segmen A	Rp. 38.410.000,00
Pekerjaan bekisting plat lantai 12 segmen B	Rp. 18.995.500,00
Pekerjaan pembesian plat lantai 12 segmen B	Rp. 7.772.250,00
Pekerjaan bekisting Balok 12 segmen B	Rp. 20.575.500,00
Pekerjaan pembesian Kolom 12 segmen B	Rp. 38.410.000,00

Selanjutnya hasil perhitungan pada lantai 14 sampai dengan lantai Roof & LMR diperoleh hasil yang sama dengan lantai 9 sampai lantai 12.

**Lampiran 20** Network Diagram PDM Existing Proyek



**Lampiran 21 Network Diagram PDM Jam Kerja Lembur Empat Jam**



**Lampiran 22** Network Diagram PDM Sistem Shift Kerja

