



UNIVERSITAS INDONESIA

**APLIKASI *WORK STRUCTURING* DALAM PERENCANAAN
PEKERJAAN PELAT TERHADAP WAKTU PELAKSANAAN
PROYEK BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT**

SKRIPSI

**RISKA PRAVITYA
0706266632**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
NOVEMBER 2011**

1077/FT.01/SKRIP/02/2012



UNIVERSITAS INDONESIA

**APLIKASI *WORK STRUCTURING* DALAM PERENCANAAN
PEKERJAAN PELAT TERHADAP WAKTU PELAKSANAAN
PROYEK BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

RISKA PRAVITYA

0706266632


**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK
NOVEMBER 2011**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar

Nama : Riska Pravitya

NPM : 0706266632

Tanda Tangan : 

Tanggal : 23 November 2011

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh:

Nama : Riska Pravitya
NPM : 0706266632
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Skripsi : Aplikasi Work Structuring Dalam Perencanaan Pekerjaan Pelat Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Bangunan Gedung Bertingkat

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing: Mohammed Ali Berawi, M.Eng.Sc, Ph.D

Pembimbing: Juanto Sitorus, S.Si, MT, CPM, PMP

Penguji : Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, MT

Penguji : Ir. Setyo Suprijadi, MS

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 23 November 2011

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya dalam proses penyusunan skripsi ini, hingga akhirnya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik-baiknya. Tentunya dalam proses penulisan skripsi ini penulis banyak mendapatkan dukungan moril maupun materil dari banyak pihak. Penulis ucapkan terim kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Bapak M.Ali Berawi M.Eng.Sc, PhD selaku dosen pembimbing I yang telah bersedia meluangkan waktu untuk memberi bimbingan, arahan, diskusi, serta persetujuan sehingga skripsi ini dapat selesai dengan baik.
2. Bapak Juanto Sitorus, S.Si, MT, CPM, PMP selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, masukan, dan membangkitkan semangat para mahasiswa bimbingannya dalam menyusun skripsi sehingga dapat selesai dengan baik dan lancar.
3. Bapak dan Ibu yang selalu mengingatkan dan membangkitkan semangat untuk menyusun skripsi ini supaya cepat selesai. Serta selalu bersabar dalam memberi 'masukan', baik secara moral maupun materil.
4. Bapak Gunawan Wibisono selaku manajer proyek Gedung XYZ yang telah bersedia meluangkan waktu disela kesibukannya untuk membantu penulis dalam proses pengumpulan data penelitian.
5. Para personil proyek Gedung XYZ yang telah membantu penulis dalam proses pengumpulan data penelitian ini dan memberikan banyak ilmu, info, dan pengalaman yang baik tentang seluruh proses pelaksanaan pembangunan Gedung XYZ.
6. Mbak Dian dan Bang Jali yang telah banyak membantu penulis dalam proses pembuatan skripsi ini, serta para pegawai sekretariat Departemen Teknik Sipil UI.
7. Seluruh teman-teman seperjuangan Teknik Sipil UI angkatan 2007, khususnya teman-teman peminatan Mankon.

8. Semua pihak yang telah banyak membantu menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan pahala yang berlipat ganda kepada semua pihak atas jasa dan kemurahan hati yang telah ikhlas membantu penyusunan skripsi ini, semoga bermanfaat dan memperoleh berkah-Nya.

Depok, 23 November 2011

Riska Pravitya

0706266632



**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riska Pravitya
NPM : 0706266632
Program Studi : Teknik Sipil
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Aplikasi *Work Structuring* Dalam Perencanaan Pekerjaan Pelat Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Bangunan Gedung Bertingkat

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok

Pada tanggal : 23 November 2011

Yang menyatakan



(Riska Pravitya)

ABSTRAK

Nama : Riska Pravitya
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Aplikasi *Work Structuring* Dalam Perencanaan Pekerjaan Pelat Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Bangunan Gedung Bertingkat

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui aplikasi *work structuring* pada perencanaan pekerjaan pelat yang telah diterapkan pada proyek yang dijadikan lokasi studi kasus dan melihat dampak dari penerapan aplikasi tersebut terhadap waktu pelaksanaan proyek. Adapun strategi penelitian yang digunakan adalah dengan cara melakukan wawancara dan observasi pada proyek studi kasus dan melakukan simulasi penjadwalan dari data-data proyek yang didapatkan. Dari hasil analisa data, didapatkan tiga aplikasi dominan yang telah diterapkan pada proyek tersebut. Dengan melakukan perencanaan ulang proyek, menggunakan teknologi konstruksi, dan menggunakan komponen-komponen proyek yang telah dirakit terlebih dahulu di luar lokasi proyek dapat membantu memberikan penghematan waktu pelaksanaan proyek.

Kata kunci: *work structuring*, efisiensi waktu, penjadwalan

ABSTRACT

Name : Riska Pravitya
Study Program : Civil Engineering
Title : Work Structuring Application In Slab Construction Design
Process Toward Project Construction Time

This research was conducted to identify work structuring application in slab construction design process that had implemented in case study project and observe the impact of the project construction time. This research use interview, direct observation in study case project and scheduling simulation from obtained project datas. From analysis process, we can conclude that there are three dominant work structuring applications that had been implemented by the study case projects. With re-engineering project process, use construction technology in project process, and using components that had been fabricated outside the project can help us to reduce the duration of the project construction process.

Key words: work structuring, time efficiencies, scheduling

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
UCAPAN TERIMA KASIH	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Perumusan Permasalahan	2
1.2.1 Deskripsi Permasalahan	3
1.2.2 Signifikansi Masalah	3
1.2.3 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Batasan Penelitian	5
1.6 Keaslian Penelitian	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Gambaran Umum Perencanaan Proyek	9
2.2 Perencanaan Metode Pelaksanaan Konstruksi	10
2.3 Penjadwalan dalam Proyek Konstruksi	12
2.3.1 Peranan Penjadwalan Kegiatan Proyek	12
2.3.2 Beberapa Metode Penjadwalan Proyek Konstruksi	13
2.3.2.1 Metode Diagram Batang (Bar Chart)	13
2.3.2.2 Metode Perencanaan Jaringan Kerja	15
2.3.2.3 Linear Scheduling Method (LSM)	17
2.4 Pengenalan Konstruksi Ramping	19
2.4.1 Pengertian Konstruksi Ramping	19
2.4.2 Pengertian Waste dan Value dalam Konstruksi Ramping	20
2.4.3 Konsep Konstruksi Ramping	23
2.5 <i>Work Structuring</i> sebagai Salah Satu 'Alat' <i>Lean Construction</i>	27
2.5.1 Pengertian <i>Work Structuring</i>	29
2.5.2 Konsep <i>Work Structuring</i>	30
2.5.3 Tahapan <i>Work Structuring</i>	31

2.5.4 Prinsip-prinsip <i>Work Structuring</i>	32
2.6 Proses Produksi pada Proyek Konstruksi	36
2.6.1 Perbandingan Proses Produksi Proyek Konstruksi dengan Manufaktur	36
2.6.2 Pekerjaan Pelat sebagai Bagian dari Produksi Proyek Konstruksi	38
3. METODOLOGI PENELITIAN	40
3.1 Pendahuluan	40
3.2 Kerangka Pemikiran	40
3.3 Pertanyaan Penelitian	43
3.4 Hipotesa	44
3.5 Strategi Penelitian	44
3.5.1 Strategi Penelitian Studi Kasus	45
3.5.2 Strategi Penelitian Analisis	45
3.6 Metode Pengumpulan Data	46
3.6.1 Metode Studi Pustaka	46
3.6.2 Metode Wawancara	46
3.6.2.1 Wawancara Pakar	48
3.6.2.2 Wawancara Manajer Proyek XYZ	49
3.6.3 Metode Pengamatan Langsung	50
3.7 Metode Analisa Data	50
3.7.1 Simulasi Penjadwalan	51
3.8 Validasi Hasil Penelitian	51
3.9 Penutup	52
4. GAMBARAN UMUM PROYEK XYZ	53
4.1 Latar Belakang Proyek	53
4.2 Data Umum Proyek	53
4.2.1 Data Pelanggan dan Konsultan	54
4.2.2 Data Struktural	54
4.3 Spesifikasi Teknis Pelat	56
4.4 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pelat	60
4.4.1 Pemasangan Perancah dan Bekisting Balok	61
4.4.2 Pemasangan Tulangan Balok	62
4.4.3 Pemasangan Preslab	62
4.4.4 Pemasangan Shoring Preslab	64
4.4.5 Pemasangan Tulangan Pelat	65
4.4.6 Pengecoran Balok dan Topping Pelat	65
4.5 Kesimpulan	66

5. PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS DATA	67
5.1 Pendahuluan	67
5.2 Pengumpulan Data	68
5.2.1 Kuisisioner Verifikasi dan Validasi Pakar	68
5.2.1.1 Latar Belakang Pakar	68
5.2.1.2 Hasil Kuisisioner Pakar	68
5.2.2 Observasi dan Wawancara	69
5.3 Analisis Data	74
5.3.1 Estimasi Durasi Pelaksanaan Pekerjaan Pelat	75
5.3.1.1 Durasi Pemasangan Perancah dan Bekisting -Pelat	77
5.3.1.2 Durasi Perakitan dan Pemasangan Tulangan Balok-Pelat	81
5.3.1.3 Durasi Pemasangan Preslal	85
5.3.1.4 Durasi Pengecoran Balok dan Toping Pelat	87
5.3.2 Estimasi Durasi Pekerjaan Kolom	90
5.4 Simulasi Penjadwalan	91
5.5 Kesimpulan	94
6. TEMUAN DAN PEMBAHASAN	96
6.1 Pendahuluan	96
6.2 Temuan	96
6.2.1 Aplikasi Work Srtukturing Pada Proyek Study Kasus ...	96
6.2.2 Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat	97
6.3 Pembahasan	102
6.3.1 Aplikasi Work Srtukturing Pada Proyek Study Kasus	102
6.3.1.1 Menyederhanakan lokasi Proyek Sebagai Lokasi Pemasangan Komponen komponen yang telah di rakit diluar Lokasi Proyek.	102
6.3.1.2 Mempersingkat Waktu Pada Tahapan Pelaksanaan Proyek dan Memanfaatkan Teknologi yang dapat Mengurangi Waktu Proses Pelaksanaan (Processing Time)	103
6.3.1.3 Merencanakan Ulang Produk yang ingin dicapai Untuk Mendapatkan Waktu Proses yang lebih singkat	104
6.3.2 Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat	105
6.4 Kesimpulan	108
7. KESIMPULAN DAN SARAN	110
7.1 Kesimpulan	110
7.2 Saran	111

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Diagram Alir Penyusunan Metode Konstruksi	11
Gambar 2.2	Diagram Alir Penyusunan Penjadwalan Proyek	11
Gambar 2.3	Penjadwalan dengan <i>Bar Chart</i>	14
Gambar 2.4	Penjadwalan dengan Diagram PERT.....	17
Gambar 2.5	Penjadwalan dengan <i>Linear Scheduling Method</i>	18
Gambar 2.6	<i>Lean Project Delivery System</i>	25
Gambar 2.7	Hubungan antara <i>work structuring</i> , <i>work chunks</i> , dan <i>handoffs</i>	31
Gambar 2.8	Proses Produksi pada Industri Manufaktur.....	37
Gambar 2.9	Proses Produksi pada Industri Konstruksi	38
Gambar 3.1	Diagram Alir Kerangka Pemikiran	42
Gambar 3.2	Diagram Alir Pengumpulan Data	52
Gambar 4.1	Gambar Rencana Gedung Parkir XYZ	53
Gambar 4.2	Tampak Samping Gedung XYZ (a) dan Dimensi Lahan (b)	55
Gambar 4.3	Gambar Denah Lantai	56
Gambar 4.4	Potongan pelat precast yang digunakan pada Lantai A dan B	58
Gambar 4.5	Denah Pelat Lantai A	59
Gambar 4.6	Denah Pelat Lantai B	59
Gambar 4.7	Skema Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Pelat Lantai IA sampai Lantai 2 A	60
Gambar 4.8	Pemasangan Perancah dan Bekisting Balok.	61
Gambar 4.9	Bekisting Balok dan Tulangan Yang telah Terpasang.....	62
Gambar 4.10	Pemasangan Preslab dilakukan secara Perlahan.....	63
Gambar 4.11	Pemasangan Preslab pada Bekisting Balok	63
Gambar 4.12	Stek Pengikat Antar Panel Preslab.....	64
Gambar 4.13	Pemasangan Shoring Antar Panel Preslab	64
Gambar 4.14	Pemasangan Tulangan Wiremesh di Atas Preslab.....	65
Gambar 4.15	Pemasangan Campuran Beton Sebagai Topping Pelat	66
Gambar 5.1	Pembahasan Bab 5 Mengenai Pengumpulan dan Analisa Data	67
Gambar 5.2	Pemasangan Perancah Bekisting Balok	72
Gambar 5.3	Pemasangan Pelat Preslab di Atas Bekisting Balok.....	72
Gambar 5.4	Pemasangan Shoring pada Pelat Preslab	73
Gambar 5.5	Pemasangan Wiremesh pada Pelat	73
Gambar 5.6	Pengecoran Topping Pelat	73

Gambar 5.7	Gambaran Posisi Setiap Lantai A dan E	75
Gambar 5.8	Pembagian Zona Dalam Pelaksanaan Pekerjaan Tiap Lantai	76
Gambar 5.9	Jenis Perancah dan Bekisting yang digunakan Metode Konvensional	78
Gambar 5.10	Jenis Perancah dan Bekisting yang digunakan Metode Half Slab Precast	78
Gambar 5.11	Perakitan dan Pemasangan Tulangan	82
Gambar 5.12	Wiremesh yang Digelar Diatas Pelat Precast	82
Gambar 5.13	Tulangan Balok dan Pelat yang Sudah Dirakit Menjadi Kesatuan	82
Gambar 5.14	Pemasangan Panel Pada Preslab yang Terletak Berdampingan.	86
Gambar 5.15	Penuangan Beton Toping (Pengecoran)	87
Gambar 6.1	Pembahasan Bab 6 Mengenai Temuan dan Pembahasan	96
Gambar 6.2	Perbandingan Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat dengan Kedua Metode Pada Lantai 1A	98
Gambar 6.3	Perbandingan Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat dengan Kedua Metode Pada Lantai 1B	99
Gambar 6.4	Perbandingan Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat dengan Kedua Metode Pada Lantai 2A	100
Gambar 6.5	Perbandingan Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat dengan Kedua Metode Pada Lantai 2B	101
Gambar 6.6	Penerapan <i>Work Structuring</i> Dengan Menggunakan Teknolgi <i>Preslab</i> dan <i>Wiremesh</i>	105
Gambar 6.7	Perbandingan Kebutuhan Durasi Tiap Komponen Pekerjaan	106
Gambar 6.8	Perbandingan Kebutuhan Durasi Tiap Lantai	107
Gambar 6.9	Perbandingan Kebutuhan Durasi Secara Total	107

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Beberapa aktivitas, <i>tools</i> , dan teknik yang diaplikasikan dalam usaha mereduksi waktu pelaksanaan proyek.....	28
Tabel 3.1 Strategi Penelitian untuk Beberapa Situasi.....	43
Tabel 3.2 Identifikasi Variabel Aplikasi <i>Work Structuring</i> Pada Proyek Konstruksi	47
Tabel 3.3 Contoh Kuisisioner Untuk Wawancara Pakar.....	48
Tabel 4.1 Data Pelanggan dan Konsultan	54
Tabel 4.2 Dimensi Antar Lantai Gedung XYZ	56
Tabel 4.3 Spesifikasi Teknis Pelat pada Lantai A dan Lantai B.....	57
Tabel 4.4 Tipe Pelat Precast yang Digunakan pada Lantai 4B.....	57
Tabel 4.5 Tipe Pelat Precast yang Digunakan pada Lantai 4A.....	58
Tabel 5.1 Data Umum Pakar	68
Tabel 5.2 Beberapa Variabel Yang Dsetuju	69
Tabel 5.3 Perhitungan Durasi Tahapan Pekerjaan Kolom Lantai A..	90
Tabel 5.4 Perhitungan Durasi Tahapan Pekerjaan Kolom Lantai B..	90
Tabel 5.5 Hasil Analisa Durasi Komponen Pekerjaan Pelat.....	91
Tabel 5.6 Contoh Keterkaitan Antar Komponen Pekerjaan Pelat dengan Metode Konvensional....	92
Tabel 5.7 Contoh Keterkaitan Antar Komponen Pekerjaan Pelat Dengan Metode HSP.....	93
Tabel 5.8 Durasi Pelaksanaan Pekerjaan Pelat pada Tiap Metode....	94
Tabel 6.1 Aplikasi <i>Work Structuring</i> yang Diterapkan dalam Proyek	97
Tabel 6.2 Kebutuhan Durasi Pelaksanaan Pekerjaan Pelat- Kolom...	97

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Jadwal Pelaksanaan Proyek.....	122
Lampiran 2.	Kuisisioner Validasi Pakar.....	125
Lampiran 3.	Hasil Wawancara.....	138
Lampiran 4.	Validasi Hasil Penelitian.....	143
Lampiran 5.	Foto Pelaksanaan.....	146
Lampiran 6.	Bill Of Quantity.....	150
Lampiran 7.	Laporan Pelaksanaan Harian.....	162
Lampiran 8.	Perhitungan Struktur Pelat.....	169
Lampiran 9.	Hasil Tes Beton Pelat.....	190
Lampiran 10.	Gambar Desain Pelat.....	193
Lampiran 11.	Gambar Tampak Bangunan.....	200

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Proyek konstruksi merupakan sebuah proyek yang kompleks, dimana melibatkan banyak kegiatan di dalamnya. Begitu juga sumber daya, baik berupa alat, tenaga kerja dan material yang harus direncanakan penggunaannya secara efisien agar dapat mencapai sasaran yang diharapkan tanpa menyebabkan banyak pemborosan. Pada kenyataannya, salah satu permasalahan dalam industri konstruksi di Indonesia adalah belum terwujudnya efisiensi dalam pelaksanaan proses konstruksi. Masih terlalu banyak pemborosan (waste) berupa kegiatan yang menggunakan sumber daya tetapi tidak menghasilkan nilai yang diharapkan (Abduh 2007).

Berdasarkan penelitian oleh Alwi et al., ketidak-efisienan dalam industri konstruksi di Indonesia dapat berupa keterlambatan jadwal, perbaikan pada pekerjaan finishing, kerusakan material di lokasi, menunggu perbaikan peralatan dan alat yang belum datang. Beberapa ketidak-efisienan tersebut disebabkan antara lain oleh terlalu banyaknya perubahan rancangan, rendahnya keahlian pekerja, keterlambatan dalam pengambilan keputusan, koordinasi yang tidak baik antar pihak yang terlibat, lemahnya perencanaan dan pengendalian, keterlambatan *delivery* material, dan metoda kerja yang tidak sesuai.

Efisiensi dalam pelaksanaan kegiatan proyek merupakan hal yang sangat penting karena akan mempengaruhi kelancaran jalannya proyek dan penyampaian *value* pada pihak pemberi kerja.

Salah satu konsep yang dapat diterapkan berupa konsep konstruksi yang berkelanjutan (*sustainable construction*). Konsep ini merupakan konsep yang dapat menjawab tantangan industri konstruksi saat ini. Industri konstruksi yang pada awalnya bersifat konservatif, kini mulai harus mengembangkan konsep konstruksi berkelanjutan (*sustainable construction*) demi terwujudnya kualitas hidup yang lebih baik. Konsep tersebut dapat dituangkan dalam beberapa kegiatan yang dapat dilakukan dalam industri konstruksi, yang salah satunya berupa

penerapan konstruksi ramping (*lean construction*) dan minimalisasi *waste* dalam industri konstruksi. (DTI 2004).

Seperti yang telah kita ketahui, tahap perencanaan (*planning*) merupakan tahap yang sangat penting sebelum melaksanakan suatu kegiatan konstruksi. Dalam tahap perencanaan akan ditentukan apa saja *value* yang akan dicapai, bagaimana cara mencapai *value* tersebut, siapa yang melaksanakannya dan kapan waktu pelaksanaannya. Dalam penerapan konstruksi ramping (*lean construction*), tahap perencanaan dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa teori *work structuring*, dimana dengan alat tersebut para perencana dapat merancang produk dan proses pelaksanaan konstruksi dengan tujuan untuk mendapatkan hasil pelaksanaan konstruksi dengan aliran kerja yang andal dan cepat sekaligus dapat menyampaikan *value* yang diinginkan pihak pemberi kerja.

Perencanaan proyek (*project planning*) berperan sebagai dasar pelaksanaan penjadwalan proyek. Penjadwalan proyek sangat berperan penting dalam pencapaian target-target proyek. Seperti yang telah disebutkan di atas, salah satu ketidakefisienan yang terjadi dalam proyek konstruksi berupa keterlambatan jadwal yang dapat disebabkan oleh lemahnya perencanaan dan pengendalian. Penerapan teori *work structuring* dalam proses perencanaan proyek diharapkan dapat memperlancar aliran kerja sekaligus dapat dijadikan alat bantu untuk mengurangi durasi proyek. Dengan begitu, dapat terbentuk penjadwalan proyek yang efisien, mampu menciptakan aliran kerja yang lancar dan dapat meminimalisasikan pemborosan, terutama pemborosan waktu dalam pelaksanaan pekerjaan.

1.2 Perumusan Permasalahan

Pemaparan latar belakang tersebut menimbulkan gagasan penulis dalam menentukan perumusan masalah yang nantinya akan diperoleh penyelesaiannya pada pembahasan karya ilmiah ini.

1.2.1 Deskripsi Permasalahan

Seiring dengan kemajuan ilmu manajemen proyek, belakangan ini mulai diterapkan sebuah konsep yang bersumber dari ilmu manajemen produksi industri manufaktur yang bernama *Lean Production* yang berubah nama menjadi *Lean Construction* karena penerapannya pada dunia konstruksi. Salah satu konsep pendukung *Lean Construction* adalah konsep *work structuring*, yang bertujuan untuk membuat aliran kegiatan yang lebih andal dan cepat tanpa mengurangi value pada *customer*. *Work structuring* merupakan sebuah konsep yang cukup baru dan belum banyak diterapkan. Padahal dengan menerapkan konsep ini diharapkan ketidakefisienan yang terjadi dalam proyek konstruksi dapat diminimalisasi. Perancangan jadwal pelaksanaan proses konstruksi dengan menerapkan *work structuring* mempertimbangkan variasi produktivitas antar pekerjaan dan juga interaksi antar pekerjaan. Jika perancangan jadwal pelaksanaan tidak memperhatikan hal-hal tersebut, kemungkinan timbulnya ketidakefisienan waktu pelaksanaan proyek akan lebih besar.

1.2.2 Signifikansi Masalah

Proyek konstruksi di Indonesia masih memiliki masalah dalam mencapai suatu proses konstruksi yang efisien dalam setiap kegiatannya. Pemborosan (*waste*) masih sering terjadi dalam tiap kegiatannya tanpa menghasilkan nilai yang diharapkan. Data yang bersumber dari *Lean Construction Institute* menunjukkan bahwa pada industri konstruksi terjadi pemborosan sebesar 57% sedangkan hanya 10% kegiatan yang dapat memberikan nilai tambah.

Perencanaan penjadwalan proyek memiliki posisi yang sangat penting dalam menciptakan efisiensi kegiatan proyek terutama dalam hal waktu pelaksanaan. Karena itu, dibutuhkan proses perencanaan yang baik agar dapat terbentuk jadwal proyek yang dapat mengatur kegiatan proyek sesuai dengan produktivitas dan hubungan antar kegiatan yang efektif.

Tidak tepatnya penjadwalan proyek dapat mengakibatkan timbulnya pemborosan waktu pelaksanaan proyek. Pemborosan waktu pelaksanaan proyek dapat mengakibatkan tidak tercapainya waktu penyelesaian proyek, pemborosan sumber daya proyek, dan meningkatnya biaya pelaksanaan proyek konstruksi.

1.2.3 Perumusan Masalah

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat dirumuskan beberapa aspek masalah yang harus dievaluasi dalam karya tulis ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana bentuk penerapan aplikasi *work structuring* pada perencanaan pekerjaan pelat bangunan gedung bertingkat yang berpengaruh dominan terhadap waktu pelaksanaan proyek?
2. Bagaimana dampak penerapan aplikasi *work structuring* terhadap waktu pelaksanaan proyek tersebut?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Untuk mengetahui bentuk penerapan aplikasi *work structuring* pada perencanaan pekerjaan pelat bangunan gedung bertingkat yang berpengaruh dominan terhadap waktu pelaksanaan proyek.
2. Untuk mengetahui dampak penerapan aplikasi *work structuring* pada perencanaan pekerjaan pelat bangunan gedung bertingkat terhadap waktu pelaksanaan proyek.

1.4 Manfaat Penelitian

Penulis berharap, setelah dilakukannya penelitian ini akan timbul manfaat sebagai berikut:

1. Melatih kemampuan meneliti dan kepekaan terhadap permasalahan-permasalahan yang terjadi di bidang konstruksi
2. Melatih pola berpikir seorang *engineer* agar selalu inovatif, menemukan dan mengaplikasikan konsep-konsep terbaru dalam perencanaan proyek guna mendapatkan hasil yang optimal
3. Memberi pemahaman lebih pada diri sendiri mengenai aplikasi *work structuring*
4. Memberikan informasi kepada para pembaca mengenai konsep *work structuring* dan penerapannya pada penjadwalan proyek agar pelaksanaan proyek lebih efisien.

1.5 Batasan Penelitian

Untuk lebih mempersempit pembahasan penelitian ini, maka dibatasi sebagai berikut:

1. Penerapan konsep *work structuring* yang dilakukan hanya terhadap pekerjaan pelat yang terdapat pada bangunan gedung XYZ sebagai studi kasus
2. Pembahasan konsep *work structuring* akan difokuskan pada perencanaan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi waktu pelaksanaan proyek
3. Proyek studi kasus merupakan proyek yang direncanakan dan berlangsung dalam lima tahun terakhir mengingat teori *work structuring* yang terpadu baru dikembangkan dalam kurun waktu tujuh tahun terakhir dan merupakan perbaikan dari konsep-konsep yang pernah ada sebelumnya

1.6 Keaslian Penelitian

Beberapa penelitian terdahulu yang terkait dengan *lean construction* maupun *work structuring* antara lain:

1. Nama : Muhammad Abduh
Judul : Memaksimalkan *value* dan meminimalkan *waste*
(Prosiding, 2007)

Penelitian ini ditujukan agar konstruksi ramping (*lean construction*) dapat diaplikasikan dalam industri konstruksi di Indonesia. Hasil penelitian yang diperoleh ialah bahwa kontraktor besar Indonesia telah cukup siap dalam usaha menuju konstruksi ramping di Indonesia. Namun demikian, terlihat bahwa prinsip-prinsip konstruksi ramping yang sudah banyak dilakukan oleh kontraktor besar di Indonesia lebih kepada prinsip-prinsip yang terkait dengan pengelolaan dan tingkatan proyek. Sedangkan yang terkait dengan prinsip-prinsip yang lebih detail, dalam hal ini tingkatan proyek hingga tugas masih relatif lebih rendah tingkat kesiapannya. Penelitian tersebut, selanjutnya menunjukkan pula titik lemah kontraktor Indonesia, yaitu dalam hal perencanaan pekerjaan. Kelemahan ini berakibat pada lemahnya pula proses pengendalian dan evaluasi pekerjaan di lapangan.

2. Nama : Muhammad Abduh
Judul : Konstruksi Ramping Untuk Mencapai Konstruksi Yang Berkelanjutan (Prosiding, 2007)

Karya tulis ini berisi tentang konstruksi ramping sebagai salah satu cara untuk mewujudkan pembangunan yang berkelanjutan. Semakin berkembangnya zaman, kesadaran manusia terhadap kebutuhan akan sarana dan prasarana pendukung kehidupan yang tidak bersifat sesaat dan terbatas semakin tinggi. Konsep konstruksi ramping dianggap dapat menjawab kebutuhan tersebut. Dengan mengaplikasikan konsep konstruksi ramping diharapkan akan terjadi pengurangan pemborosan dalam proses konstruksi dan memberikan nilai tambah kepada pengguna berupa *sustainability*.

3. Nama : Wahyu Indra Budi
Judul : Identifikasi Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan Waktu Konstruksi yang Dianalisa Dengan Konsep *Lean Construction* (Skripsi Sipil, 2010)

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berdampak terhadap jadwal proyek dan bisa menyebabkan keterlambatan waktu konstruksi di proyek mall X serta kegiatan-kegiatan mana saja dari faktor tersebut yang dapat diminimalkan dengan penerapan konsep *Lean Construction* di proyek mall X.

Dalam penelitian ini didapatkan hasil penelitian berupa faktor-faktor yang berdampak terhadap jadwal proyek dan bisa menyebabkan keterlambatan waktu konstruksi di proyek *mall X* antara lain faktor pekerja, material, peralatan, sumber daya personel, pengendalian, kesalahan metode, komunikasi dan keuangan. Kemudian kegiatan yang dapat diminimalkan antara lain kurangnya jumlah tenaga kerja, kurangnya komunikasi dalam bekerja dan keterlambatan pengiriman, ketidaksesuaian spesifikasi peralatan, ketidakhadiran pekerja dan kurangnya koordinasi, ketidakcakapan personel, ketidaktersediaan sumber daya, kurangnya fasilitas, kurangnya alokasi dana.

4. Nama : Luis F. Alarcon, Cristian Betanzo, Sven Diethelm
Judul : *Reducing Schedule In Repetitive Construction Projects*
(Paper, 2004)

Paper ini berisi tentang hasil penerapan konsep konstruksi ramping pada pembangunan sebuah proyek Stasiun Pengisian Bahan Bakar (SPBU). Proyek ini merupakan proyek tipikal yang biasa dibangun oleh sebuah perusahaan konstruksi yang selama tiga tahun terakhir membangun bangunan serupa. Untuk memperbaiki performa proyek, pemilik perusahaan mencoba menerapkan konsep konstruksi ramping berupa *phase scheduling* dan *work structuring* dalam perencanaan proyek dengan tujuan mendapatkan waktu pelaksanaan proyek yang lebih singkat. Hasilnya terjadi pengurangan sebesar 35% dari waktu pelaksanaan proyek serupa yang telah dilaksanakan sebelumnya.

5. Nama : Cynthia C.Y. Tsao and Iris D. Tommelein
Judul : *Integrated Product-Process Development By A Light Fixture Manufacturer* (Prosiding, 2001)

Karya tulis ini berisi tentang penerapan konsep konstruksi ramping dalam pengambilan keputusan pemilihan fasilitas penerangan dalam sebuah gedung bertingkat tinggi. Penerapan konsep ini dianggap penting karena dalam sebuah bangunan bertingkat tinggi, fasilitas penerangan menjadi komponen proses konstruksi yang memiliki pengaruh cukup besar terhadap waktu dan biaya proyek. Dalam karya tulis ini dipaparkan kelebihan sebuah produk penerangan, *Finelite*, yang dianggap dapat digunakan dalam proyek tersebut karena memenuhi kriteria-kriteria yang ditetapkan berdasarkan konsep *work structuring*.

6. Nama : Cynthia C.Y. Tsao
Judul : *Use of Work Structuring to Increase Performance Of Project-Based Production System* (Disertasi, 2005)

Penelitian ini bertujuan untuk menetapkan suatu kerangka umum proses *work structuring* yang dapat digunakan dalam tiap proses perencanaan proyek konstruksi. Dalam karya tulis ini dibahas tiga buah studi kasus perencanaan proyek yang berbeda-beda permasalahannya. Dari tiap studi kasus tersebut dilakukan pembahasan terhadap proses *work structuring* yang dilakukan untuk menjelaskan *applicability* dari konsep *work structuring*.

7. Nama : G. Polat dan Y. Buyuksaracoglu
Judul : *Using Discrete-event Simulation for Process Modeling: Case of Work Structuring of Asphalt Highway Construction Operations* (*Journal of Construction Management and Economics*, 2009)

Jurnal ini berisi tentang penelitian salah satu aplikasi *work structuring* suatu proyek pembuatan jalan raya dengan perkerasan aspal. Kali ini proses *work structuring* dicoba diterapkan oleh peneliti untuk mendapatkan target waktu pelaksanaan proyek yang sesuai dengan permintaan *owner*. Proses *work structuring* dilakukan dengan bantuan *software* simulasi bernama Extend+BPR yang dapat mensimulasikan penyesuaian jumlah sumber daya yang digunakan agar target waktu pelaksanaan dapat tercapai.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Gambaran Umum Perencanaan Proyek

Perencanaan proyek merupakan hal utama yang menentukan kesuksesan pelaksanaan suatu proyek. Secara umum, perencanaan proyek dapat didefinisikan sebagai suatu fungsi untuk menentukan sasaran perusahaan dan menetapkan kebijaksanaan perusahaan, prosedur dan program yang dilakukan untuk mencapai sasaran tersebut (Kerzner, 2001). Perencanaan merupakan dasar dari beberapa fungsi-fungsi terkait. Adapun fungsi tersebut meliputi estimasi, penjadwalan, dan pengawasan proyek. Proses penjadwalan melibatkan pemilihan suatu metode diantara metode lainya yang memiliki kemungkinan untuk digunakan. Proses ini menghasilkan informasi detil untuk estimasi dan penjadwalan maupun sebagai alat pengawasan proyek (Callahan, 1992).

Perencanaan suatu proyek biasanya merupakan gabungan dari hasil perencanaan yang telah digunakan pada proyek serupa yang dilakukan sebelumnya dengan perencanaan dengan pendekatan yang baru. Perumusan pendekatan rencana yang baru biasanya dilakukan jika rencana yang dibuat sebelumnya tidak dapat atau kurang mencapai sasaran perusahaan. Hal ini dilakukan karena proyek konstruksi adalah suatu investasi dengan risiko tinggi, sehingga untuk mengaplikasikan suatu pendekatan baru dalam perencanaan akan dibutuhkan pengujian-pengujian khusus untuk mengetahui dampak penerapan pendekatan tersebut. Tentunya pengujian ini akan membutuhkan biaya khusus yang dialokasikan untuk pengembangan ilmu perencanaan, karena itu dalam perencanaan cenderung menggunakan pendekatan yang sudah ada dan tidak terlalu banyak perubahan.

Penjadwalan adalah salah satu bagian dari perencanaan proyek. Penjadwalan berisi tentang penentuan waktu dan urutan dari kegiatan- kegiatan yang telah dirumuskan dalam proses perencanaan. Suatu penjadwalan yang baik berasal dari hasil perencanaan yang baik pula. Dari tiga buah survey yang dilakukan oleh lembaga penelitian di Amerika Serikat pada tahun 1983-1985,

dapat diambil kesimpulan bahwa pentingnya sebuah proyek konstruksi menerapkan perencanaan dan penjadwalan proyek yang baik agar dapat mengawasi dan mengatur waktu pelaksanaan proyek. Penjadwalan proyek dapat mengurangi keterlambatan proyek, peningkatan biaya proyek, dan permasalahan dalam proyek (Callahan, 1992). Dengan adanya jadwal pelaksanaan proyek kemungkinan tercapainya proyek yang *on-time*, *on-budget*, dan *dispute-free* menjadi lebih meningkat.

2.2 Perencanaan Metode Pelaksanaan Konstruksi

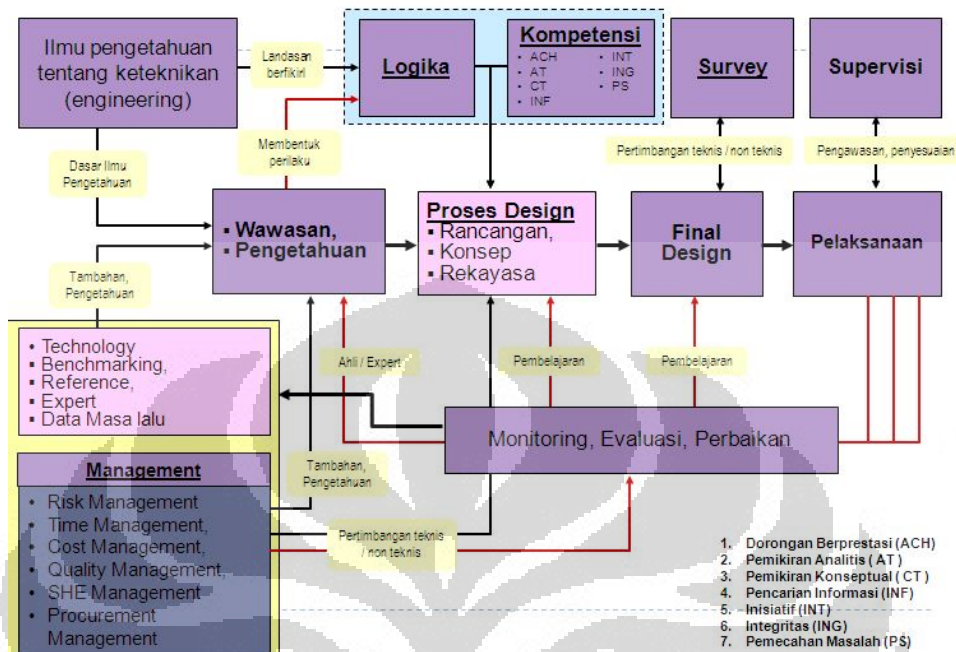
Metode pelaksanaan konstruksi yang sering disebut dengan metode konstruksi dapat diartikan sebagai cara untuk melaksanakan proses konstruksi untuk mencapai pada elemen operasi atau produk terakhir. Dapat juga diartikan sebagai cara yang dipilih untuk melaksanakan tiap bagian dari pekerjaan (Subianto, 2010). Suatu metode konstruksi memiliki beberapa syarat, diantaranya adalah harus dapat menjamin kualitas konstruksi yang dihasilkan, biaya yang ditimbulkan efisien, menjamin tercapainya target waktu pelaksanaan, dan dapat menjamin kemudahan selama pelaksanaan pembangunan (Subianto, 2010).

Metode konstruksi yang dipilih akan mempengaruhi tercapainya sasaran proyek yang telah direncanakan. Untuk itu, metode pelaksanaan pekerjaan dalam suatu proyek konstruksi sangat penting untuk direncanakan secara matang.

Proses penyusunan metode konstruksi pada awalnya membutuhkan ilmu pengetahuan tentang keteknikan sebagai dasar ilmu pengetahuan. Ditambah lagi dengan pengetahuan tentang teknologi baru yang mulai diterapkan pada proses pembangunan di sekitar kita dan berbekal keahlian serta pengalaman proyek yang sudah dilaksanakan sebelumnya.

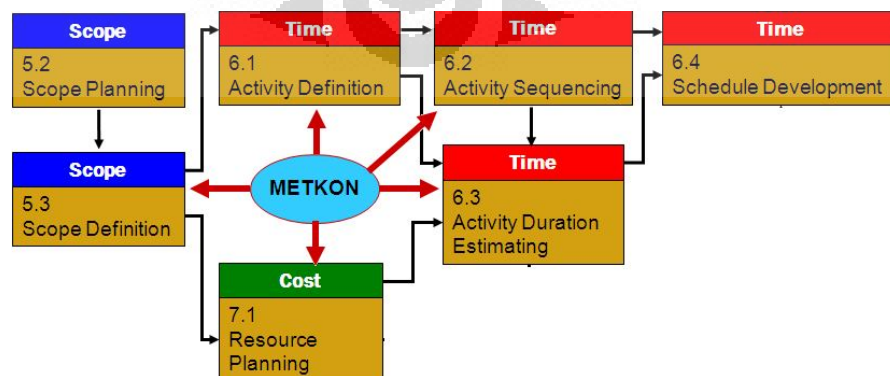
Tentunya dalam proses perencanaan tersebut harus dipertimbangkan pula faktor resiko, biaya, waktu, kualitas, keselamatan kerja dan ketersediaan sumber daya. Pengetahuan tersebut akan membantu perencana dalam menentukan metode pelaksanaan yang paling tepat untuk diterapkan. Hasil proses perencanaan tersebut akan menghasilkan desain final (*final design*) yang akan diterapkan. Setiap langkah yang dilakukan akan selalu diamati dan dievaluasi. Bila terdapat kekurangan pada pelaksanaannya, maka akan dilakukan perbaikan. Hal tersebut

akan selalu dilaksanakan sampai proses pelaksanaan selesai dan mencapai sasaran proyek. Berikut ini adalah diagram proses penyusunan metode konstruksi:



Gambar 2.1 Diagram Alir Penyusunan Metode Konstruksi (Subianto, 2010)

Metode pelaksanaan suatu pekerjaan sangat menentukan jumlah durasi pelaksanaan yang dibutuhkan. Dari suatu metode pelaksanaan akan ditentukan komponen pekerjaan apa yang terkandung di dalamnya. Kemudian komponen pekerjaan tersebut akan dikaitkan dengan logika ketergantungan dan dihitung estimasi durasi tiap komponen pekerjaannya. Proses tersebut mengantarkan kita pada penyusunan jadwal pelaksanaan proyek.



Gambar 2.2 Diagram Alir Penyusunan Penjadwalan Proyek (Subianto, 2010)

2.3 Penjadwalan dalam Proyek Konstruksi

2.3.1 Peranan Penjadwalan Kegiatan Proyek

Penjadwalan digunakan sebagai alat untuk menggunakan waktu secara efektif dan efisien. Kegunaan utama dari penjadwalan ini adalah untuk membuat perencanaan yang baik yang dapat digunakan sebagai pedoman pelaksanaan aktifitas pekerjaan untuk mengontrol adanya rentang antara satu aktifitas pekerjaan dengan pekerjaan lain dan membolehkan penyelesaian proyek selama berada dalam rentang waktu yang telah ditetapkan sebelumnya.

Penjadwalan merupakan sesuatu yang mutlak diperlukan dalam suatu siklus proyek, karena dari awal kegiatan proyek, penjadwalan dapat memprediksikan kapan suatu proyek dapat diselesaikan, hingga setelah selesai proyek tersebut penjadwalan dapat digunakan sebagai acuan untuk proyek yang akan datang. Berikut akan disajikan manfaat dari penjadwalan yang baik dalam suatu proyek (Callahan, 1992):

Manfaat penjadwalan pada fase perencanaan:

Pada tahap perencanaan, arsitek dan *engineer* akan membuat jadwal konstruksi untuk menentukan seberapa lama desain dan konstruksi akan dilakukan dengan tujuan dapat menyelesaikan proyek sesuai dengan kebutuhan *owner*. Jadwal pelaksanaan proyek juga dapat digunakan untuk memprediksi kapan suatu aktivitas mulai dan selesai. Subkontraktor juga dapat menggunakan jadwal ini untuk memprediksi kapan mereka harus berada di lokasi proyek. General kontraktor dapat menggunakan jadwal ini untuk mengatur kebutuhan material dan alat kerja.

Manfaat penjadwalan pada fase pelaksanaan:

Kontraktor dapat menggunakan jadwal pelaksanaan untuk mengatur konflik antara subkontraktor. Ketika jadwal telah diselesaikan, terdapat kemungkinan terjadi konflik bila beberapa subkontraktor secara bersamaan bertemu di satu lokasi pekerjaan atau ketika terjadi gangguan cuaca yang merugikan pada pekerjaan di luar ruangan. Dengan adanya jadwal tersebut dapat dilakukan pengaturan supaya tidak terjadi konflik antar subkontraktor dan dapat

dilakukan tindakan perlindungan terjadinya risiko akibat cuaca yang tidak bersahabat.

Manfaat penjadwalan pada fase selesainya proyek konstruksi:

Jadwal pelaksanaan proyek dapat digunakan sebagai rekaman progres proyek konstruksi. Jika suatu jadwal selalu dilakukan pembaharuan terhadap berubahnya urutan pekerjaan, penundaan pekerjaan yang tidak terantisipasi, tanggal penyelesaian kegiatan aktual, dan *change order* maka dapat digunakan sebagai rekaman historis proyek tersebut.

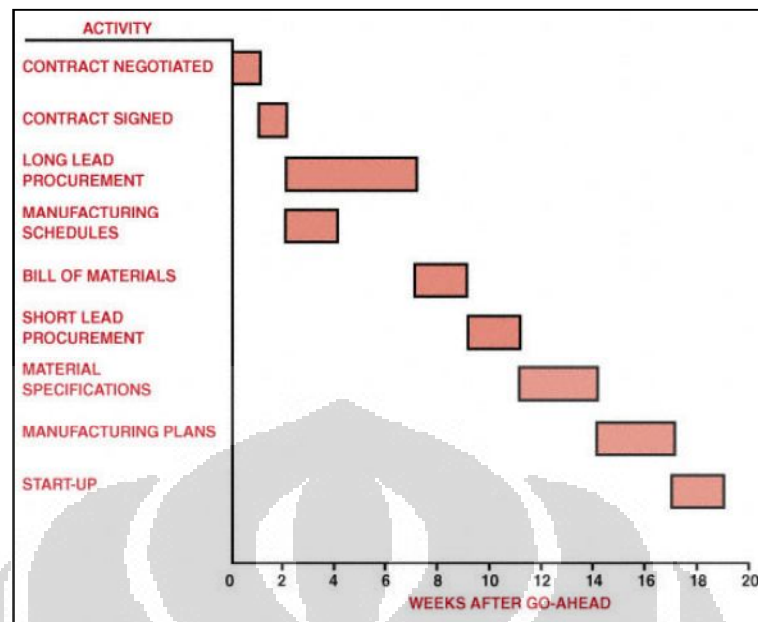
2.3.2 Beberapa Metode Penjadwalan Proyek Konstruksi

2.3.2.1 Metode Diagram Batang (Bar Chart)

Metode *bar chart* dikembangkan sebagai metode perencanaan waktu yang disebut juga dengan *Gantt Chart*. Secara historis, prosedur analisis jaringan kerja diawali dengan metode *Gantt Chart* secara tradisional yang diperkenalkan oleh Henry L. Gantt selama perang dunia I (Bedworth, 1987). Metode ini masih digunakan hingga saat ini karena penyajiannya yang sederhana dan menjadikannya mudah untuk dipahami.

Konsep dasar permodelan dari *bar chart* ini adalah menyajikan bagian pekerjaan proyek atau aktivitas dalam skala waktu yang berbentuk batang yang panjangnya mewakili dari besarnya durasi yang diperlukan dalam penyelesaian aktivitas, disamping juga memberikan dasar skala yang proporsional yang diplot pada interval waktu dengan pesentase yang tepat mengenai status penyelesaian aktivitas tersebut, sehingga memudahkan perhitungan kumulatif kemajuan pekerjaan dan perbandingan dengan kemajuan nyata dan aktualnya.

Bagian pekerjaan utama atau aktivitas sehubungan dengan pembangunan proyek diurutkan dari kolom sebelah kiri secara menurun dan skala waktu ditunjukkan pada bagian atas jadwal secara mendatar (Nunnally, 1998).



Gambar 2.3. Penjadwalan dengan Bar Chart (Kerzner, 2001)

Pada metode ini biasanya digambarkan pula sebuah kurva kumulatif kemajuan terhadap waktu untuk suatu diagram batang. Skala vertikal menunjukkan kumulatif kemajuan proyek dalam persen dan skala horisontal menunjukkan waktu (Nunnally, 1998). Kurva ini juga digunakan untuk menunjukkan kemajuan berbagai jenis kegiatan yang tidak berulang. Kelebihan penggunaan diagram batang ini adalah:

- Semua aktivitas secara grafik disajikan dengan sederhana sehingga mudah dimengerti
- Memungkinkan untuk mengetahui kemajuan kumulatif dari sistem pekerjaan pada tiap poin waktu, hal ini dapat dilakukan dengan menghitamkan batang dan memberikan angka presentase yang mengindikasikan banyaknya pekerjaan yang telah diselesaikan.
- Ketika sumber daya yang diperlukan terbatas, *Gantt Chart* akan mengizinkan adanya evaluasi awal dari perencanaan yang menggunakan sumber daya.
- Memudahkan perhitungan tingkat kemajuan proyek secara keseluruhan

- Aproksimasi tanggal yang menunjukkan waktu mulai dan berakhirnya suatu kegiatan terlihat jelas sehingga memudahkan untuk melakukan komunikasi dengan semua komponen proyek.

Tetapi metode ini juga memiliki kelemahan, antara lain:

- *Bar chart* tidak dapat menggambarkan kerumitan interaksi dari jumlah aktivitas dengan jumlah yang cukup banyak
- Keterbatasan dan kesederhanaan dari *bar chart* dapat mengurangi keakuratan dan keefektifan dari suatu proyek dengan aktivitas yang banyak (Callahan, 1992)
- Apabila terdapat suatu kegiatan yang tertunda tidak dapat diketahui kegiatan lain yang ikut tertunda.
- Tidak dapat diketahui jalur kritis dalam proyek sehingga tidak dapat pula diketahui kegiatan mana yang apabila tertunda akan menyebabkan tertundanya waktu selesai proyek secara keseluruhan.
- Ditemuinya kesulitan dalam pengatran jadwal secara manual bila akan melakukan suatu perubahan dalam penjadwalan.

Bar chart dapat digunakan untuk menjadwalkan kegiatan yang linier, tentunya dengan keterbatasan metode tersebut. *Bar chart* hanya menghubungkan aktivitas-aktivitas dalam skala waktu, tapi tidak dapat mengindikasikan ketergantungan antar aktivitas tersebut dan khususnya untuk proyek yang bersifat linear, tidak dapat menunjukkan besarnya progress pekerjaan (Callahan, 1992).

2.3.2.2 Metode Perencanaan Jaringan Kerja

Industri konstruksi telah mengembangkan secara luas penerapan metode penjadwalan jaringan kerja atau lazim disebut metode jaringan kerja. Terdapat beberapa cara penjadwalan jaringan kerja, diantaranya yang sering digunakan adalah *CPM (Critical Path Method)* dan *PERT (Programming Evaluation and Review Technique)*. Kegunaan metode penjadwalan jaringan kerja antara lain dapat langsung menunjukkan kegiatan-kegiatan mana saja yang mungkin dibuat saling tindih dan kegiatan individual mana yang masih mungkin memberikan

pengurangan waktu sehingga mampu menghemat waktu pelaksanaan proyek secara keseluruhan (Dipohusodo, 1996).

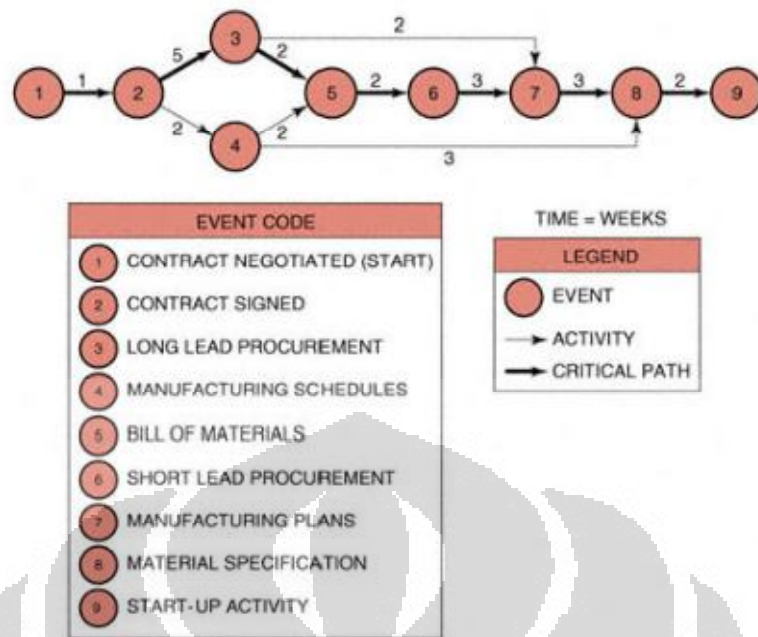
Bagi para perencana dan pelaksana pekerjaan, metode jaringan kerja adalah alat untuk mengkoordinasikan berbagai macam pekerjaan yang satu sama lainnya bebas atau saling bergantung berdasarkan pertimbangan sumber daya yang digunakan, logika proses yang berlangsung dan hasil proses itu sendiri (Haedar, 1995).

Kekurangan yang sangat menonjol dari penggunaan metode penjadwalan bar chart yang telah dijelaskan sebelumnya adalah ketidakmampuannya menampilkan ketergantungan antara event dan aktivitas. Ketergantungan ini harus dapat diidentifikasi sehingga dapat terbentuk sebuah master plan yang menyediakan gambaran terbaru setiap operasi pada setiap waktunya dan dapat dimengerti oleh seluruh pihak.

Metode penjadwalan jaringan kerja dapat menampilkan ketergantungan tersebut. Tujuan utama dari pembuatan jaringan kerja adalah untuk menghilangkan krisis manajemen yang terjadi dengan menyediakan gambaran dari program keseluruhan. Beberapa informasi manajemen yang dapat diperoleh dari gambaran tersebut antara lain ketergantungan antar aktivitas, waktu penyelesaian proyek, dampak late start, dampak early start, trade offs antara sumber daya dan waktu, dan lain-lain.

Jaringan terbentuk dari beberapa kejadian (event) dan aktivitas. Sebuah kejadian didefinisikan sebagai titik awal atau akhir dari suatu kumpulan aktivitas. Aktivitas adalah pekerjaan yang dibutuhkan untuk melakukan proses tersebut dari suatu kejadian atau poin. Salah satu metode jaringan kerja yang dapat digunakan adalah diagram PERT. Salah satu tujuan dari pembentukan diagram PERT adalah untuk menentukan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek.

Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek dapat dilihat dari hasil penjumlahan durasi tiap-tiap kegiatan yang berada pada jalur kritis.



Gambar 2.4. Penjadwalan dengan Diagram PERT (Kerzner, 2001)

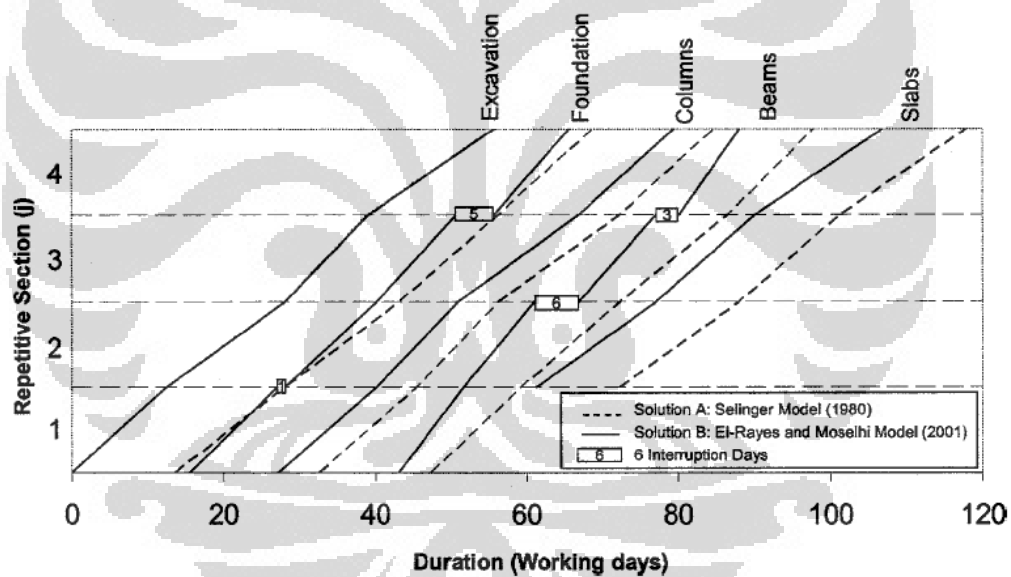
Metode jaringan kerja ini dapat digunakan untuk menjadwalkan kegiatan yang berulang, hanya saja hasil penjadwalannya akan sangat kecil (jika durasi dari aktivitasnya lama) atau akan berulang secara membosankan (jika durasi dari setiap aktivitas dibagi berdasarkan lokasi).

2.3.2.3 Linear Scheduling Method (LSM)

Linear Scheduling Method adalah suatu metode alternatif yang tersedia untuk menjadwalkan proyek dengan durasi yang panjang. *Linear scheduling* memiliki hubungan dengan jadwal *line of balance* yang digunakan dalam industry manufaktur untuk mengevaluasi aliran produksi. *Linear Scheduling Method* dapat disebut juga dengan *Vertical Production Method* mengingat kemampuannya untuk diaplikasikan pada proyek bangunan gedung bertingkat. Selain proyek yang berkaitan dengan transportasi, pekerjaan berulang pada setiap lantai bangunan gedung bertingkat, landasan pesawat terbang, perpipaan, *mass transit*, fabrikasi atau *precasting*, dan proyek terowongan adalah proyek yang cocok untuk dijadwalkan dengan metode *LSM* (Callahan, 1992).

Metode ini dapat digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara beberapa aktivitas terpilih dari suatu kelompok besar aktivitas pada suatu jaringan kerja. *LSM* dapat menampilkan jumlah unit yang akan diselesaikan pada suatu periode tertentu. Walaupun telah digunakan diagram jaringan dalam penjadwalan, *LSM* dapat digunakan untuk mempelajari rata-rata progres diantara beberapa kegiatan yang saling terkait. Metode *LSM* dapat digunakan untuk mengevaluasi kegiatan dengan tujuan untuk mengatur, memperlambat, atau mempercepat progres pekerjaan di antara kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan.

Pada gambar 2.5 dapat dilihat format dasar diagram *LSM* yang terdiri dari sumbu x yang menggambarkan keterangan waktu dan sumbu y yang menggambarkan titik lokasi pada proyek. Setiap kegiatan diwakili oleh satu garis diagonal.



Gambar 2.5 Penjadwalan dengan Linear Scheduling Method (Hyari and El-Rayes, 2006)

Dalam pembuatan diagram *LSM* ini perlu dipertimbangkan jarak (spacing) antara kegiatan saling berhubungan. Jarak tersebut berfungsi sebagai penyangga (buffer) yang bertujuan untuk mencegah suatu aktivitas akan mengganggu/bersinggungan dengan aktivitas yang lain dan mengatur perbedaan produktivitas tiap kegiatan. Penyangga (buffer) dapat menunjukkan jarak ataupun waktu yang dibutuhkan antar aktivitas yang saling berkaitan. Selain itu, buffer

juga dapat menentukan kegiatan kritis. Kegiatan kritis dalam diagram *LSM* memiliki *buffer* minimum baik di awal maupun akhir kegiatan.

2.4 Pengenalan Konstruksi Ramping

2.4.1 Pengertian Konstruksi Ramping

Konstruksi ramping adalah sebuah cara untuk merencanakan sistem produksi untuk meminimalisasi *waste* dari material, waktu, dan tenaga dengan tujuan menghasilkan nilai (*value*) maksimal (Koskela et al., 2002). Merencanakan sistem produksi untuk mencapai hasil yang ditentukan hanya akan dapat dilakukan melalui kolaborasi seluruh pihak yang terlibat dalam proyek tersebut (*owner*, arsitek, *engineer*, kontraktor, manajer, pengguna) pada tahap awal proyek. Hal ini berada di luar perjanjian kontrak desain/bangun dimana kontraktor hanya bertindak terhadap desain daripada memberi informasi dan mempengaruhi desain tersebut (Abdelhamid et al., 2008).

Konstruksi ramping merupakan suatu terjemahan dan adaptasi dari konsep *Lean Manufacturing* dari *Lean Production* yang dikembangkan Toyota oleh Ohno serta penelitian secara terus menerus dari suatu proses desain dan pelaksanaan konstruksi.

Dalam industri manufaktur, tujuan dari produksi ramping sendiri antara lain (LCI, 2004):

- Menghasilkan produk dengan meningkatkan nilai (*value*), memberikan *customer* apa yang mereka butuhkan ketika mereka membutuhkannya.
- Menghasilkan produk dengan meminimalisasi pemborosan (*waste*), menghilangkan apapun yang tidak dibutuhkan demi menghasilkan nilai (*value*) lebih
- Menghasilkan produk dengan tujuan mengejar kesempurnaan (*perfection*), tidak pernah berhenti berusaha untuk mencapai konsep ramping yang lebih baik.

Sedangkan dalam konstruksi ramping, tujuan dari penerapannya antara lain (Lehman and Reiser, 2004):

- Menyelesaikan produk atau servis yang memungkinkan pelanggan (*customer*) dapat menyelesaikan tujuannya dengan lebih baik
- Menyelesaikan produk atau servis tepat waktu dan tidak melebihi anggaran biaya
- Meminimalisasi biaya langsung melalui manajemen pelaksanaan proyek yang efektif
- Meminimalisasi resiko dan meningkatkan kesempatan (*opportunity*)
- Menciptakan reabilitas, akuntabilitas, ketepatan dan kejujuran dalam lingkungan proyek
- Meningkatkan perbaikan yang berkelanjutan dalam metode penyelesaian proyek melalui pelajaran yang diambil dari proyek sebelumnya
- Menciptakan keputusan yang diketahui oleh seluruh level dalam proyek
- Meningkatkan metode pelaksanaan proyek
- Menyampaikan produk yang diminta tanpa menciptakan *waste*

Konsep produksi ramping (*Lean Production*) tentu saja tidak selalu dapat diterapkan pada proyek konstruksi. Tetapi potensi penerapan prinsip-prinsip terdapat pada proses konstruksi, terutama pada jenis konstruksi yang linier, di mana terdapat operasi dan proses konstruksi yang berulang. Konstruksi yang linier yang membutuhkan pekerjaan, proses dan operasi berulang akan memberikan peluang untuk dapat melakukan perbaikan yang terus menerus (*continous improvement*). Meskipun terdapat karakteristik yang berbeda antara industri konstruksi dan industri manufaktur, proses dan operasi konstruksi yang berulang meyakinkan kemungkinan penerapan konsep *lean* pada konstruksi (Abduh, 2007).

2.4.2 Pengertian Waste dan Value dalam Konstruksi Ramping

Banyak ditemukan aktifitas-aktifitas yang tidak diperlukan selama proses konstruksi, yaitu aktivitas yang memerlukan waktu dan usaha ekstra tanpa nilai tambah untuk pemilik proyek (Love, 1996). Sejak tahap awal proyek konstruksi, manajer konstruksi sebaiknya sudah melibatkan semua faktor penyebab yang mungkin dapat berakibat negatif pada proses konstruksi, yaitu pemborosan yang

meliputi *delay*, biaya, kualitas, kurangnya keamanan konstruksi, pekerjaan ulang, pergerakan yang tidak perlu, jarak jauh, pemilihan manajemen yang salah, metode atau alat, dan *constructability* yang kurang memadai (Serpel et al, 1995; Koskela, 1992; Ishiwata, 1997; Alacaron, 1993). Sedangkan menurut data dari *Construction Industry Board*, pemborosan meliputi kesalahan-kesalahan teknis atau non-teknis, *working out of sequence*, aktifitas dan pergerakan yang berulang, keterlambatan atau terlalu dini input dan produk atau jasa yang tidak sesuai dengan persyaratan pemilik proyek.

Berdasarkan investigasi yang dilakukan terhadap adanya pemborosan pada konstruksi di Indonesia, yang memfokuskan pada bangunan umum dan bangunan infrastruktur, dimana dihasilkan identifikasi variabel pemborosan (*waste variable*) dan variabel penyebab pemborosan (*waste causes variables*), beberapa faktor variabel pemborosan yaitu pekerjaan perbaikan untuk pekerjaan *finishing*, waktu menunggu material, keterlambatan penyelesaian proyek, keterlambatan pengiriman material, sisa buangan material dan kurangnya supervisi. Sedangkan variabel kunci penyebab terjadinya pemborosan ialah perubahan rancangan, lamanya menentukan keputusan atau persetujuan, kurangnya keahlian *supplier*/subkontraktor, metode pelaksanaan konstruksi yang tidak layak, kurangnya koordinasi antar para pihak terlibat, terlambatnya *delivery* material, perencanaan yang tidak matang serta jadwal yang tidak tepat (Alwi, 2002).

Konsep pemborosan menekankan pada awal proses terjadinya pemborosan, yaitu pada bagaimana cara terwujudnya pemborosan tersebut. Berdasarkan konsep pemborosan (*waste*), kini diidentifikasi adanya 8 macam pemborosan (Koskela, 2004 dan Ohno, 1998), yaitu:

1. Yang didasarkan pada hubungannya dengan pergerakan material (*the flow of material*):
 - a. Akibat produksi yang berlebih (*Waste of Overproduction*)
 - b. Adanya perbaikan (*Waste of Correction*)
 - c. Pergerakan material (*Waste of Material Movement*)
 - d. Pada proses konstruksi (*Waste of Processing*)
 - e. *Inventory/logistic* (*Waste of Inventory*)

2. Yang didasarkan pada hubungannya dengan aktifitas manusia/tenaga kerja (*the work of men*):
 - a. Waktu terbuang (*waste of waiting*)
 - b. Gerakan atau aktivitas yang tidak perlu (*waste of motion*)
3. Yang didasarkan pada hubungannya dengan seluruh input dalam pelaksanaan proyek, seperti material, mesin, alat, personel, kondisi luar, instruksi, dll.

Pemborosan ini dinamakan *making do* yang merupakan kategori baru sebagai tambahan dari tujuh kategori waste sebelumnya. *Making do* diartikan sebagai sebuah situasi dimana suatu pekerjaan dilakukan tanpa kelengkapan input-input standar pelaksanaan yang seharusnya. *Making do* merupakan kondisi yang berkebalikan dengan *buffering*, dimana material menunggu untuk diproses. Sedangkan pada *making do*, waktu tunggu untuk satu jenis material atau input bernilai negatif, yaitu proses berlangsung sebelum material tersebut tiba di lokasi.

Pada awalnya, pemborosan yang diutamakan terjadi pada proses konstruksi yaitu pada tahap pergerakan material pada sistem konstruksi. Akan tetapi dari bukti yang ada, bahwa pemborosan juga terjadi pada penggunaan tenaga kerja dan alat/mesin (Ohno, 1998). Dari hasil penelitian yang ada, ditemukan pemborosan dalam bentuk kurangnya kualitas produk. Hal ini mengakibatkan tingginya biaya pemeliharaan yang dikeluarkan pemilik proyek pada masa penggunaan fasilitas. Jika hal ini ditelusuri kembali dan dibandingkan dengan biaya konstruksi, maka prosentase terhadap total biaya konstruksi berkisar antara 10-20% (termasuk desain, konstruksi, dan use problem) (Cnudde, 1991).

Value didefinisikan sebagai suatu tingkat kemampuan yang ditentukan oleh pelanggan (*customer*) atau pengguna (*end user*) yang disediakan kepada mereka dalam waktu dan biaya yang tepat (Wandahl and Bejder, 2003; Barshan et al, 2004).

Berdasarkan pernyataan dari Womak dan Jones (1996), tujuan dari suatu organisasi adalah untuk menciptakan dan menyampaikan *value* (nilai) kepada pelanggan (*customer*) dan pengguna (*end user*).

Berpikir fokus untuk menghasilkan *value* yang diinginkan dan menciptakannya secara sistematis dianggap lebih berhasil dan efektif dibandingkan fokus terhadap bagaimana menghilangkan *waste* itu sendiri (Mossman, 2009). Karena itu dibutuhkan suatu perencanaan yang matang untuk menyampaikan suatu *value* yang diinginkan oleh *customer* agar dalam proses penyampaiannya dapat terlaksana dengan baik sehingga akan turut mengurangi *waste* itu sendiri.

2.4.3 Konsep Konstruksi Ramping

Konstruksi ramping merupakan penerapan *lean principles* yang diterapkan dalam industri manufaktur pada industri konstruksi. Prinsip-prinsipnya adalah sebagai berikut (Womack dan Jones, 1996):

1. *Value*. Pendefinisian nilai harus sangat spesifik dan dilakukan oleh *customer* akhir.
2. *The value stream*. Harus didesain sedemikian rupa sehingga terdapat perpindahan nilai yang terdefinisi dari satu kegiatan ke kegiatan lain, mulai dari kegiatan *problem-solving* di awal, kemudian ke kegiatan pengelolaan informasi, dan kepada kegiatan transformasi dari material mentah hingga produk akhir.
3. *Flow*. Perpindahan nilai tersebut harus dilakukan secara mengalir, tidak ada hambatan.
4. *Pull*. Untuk menghindari produk yang tidak terpakai, dan mengurangi *waste*, maka produk sebaiknya diproduksi ketika diminta oleh pengguna.
5. *Perfection*. Kegiatan memperbaiki semua proses dengan terus menerus harus dilakukan untuk mencapai kesempurnaan.

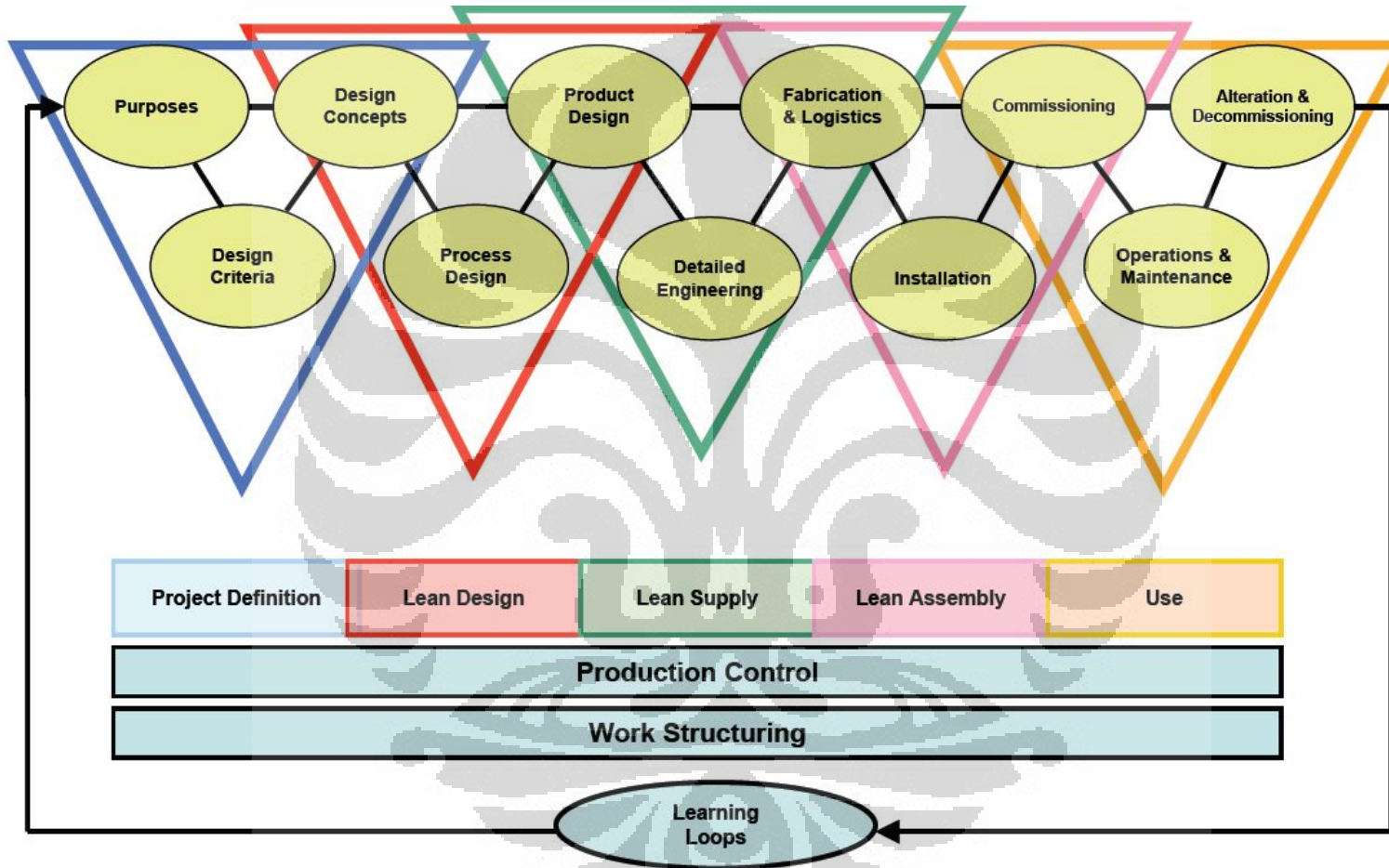
Bagan sistem *delivery* proyek konstruksi yang dikemukakan oleh Ballard, direktur *Lean Construction Institute*, yang telah banyak melakukan penelitian mengenai penerapan *lean construction* pada proyek konstruksi, ditunjukkan oleh gambar 2.6.

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa proses pelaksanaan proyek terdiri dari beberapa tahap kegiatan. Kegiatan tersebut adalah tahap pendefinisian proyek, penerapan konsep konstruksi ramping dalam desain proyek, penerapan konsep konstruksi ramping dalam penentuan rantai suplai (*supply chain*), penerapan konsep konstruksi ramping dalam pemasangan atau penggunaan suplai di lapangan (pekerjaan konstruksi), kemudian yang terakhir adalah tahap penggunaan proyek tersebut setelah selesai.

Setiap tahap dalam pelaksanaan proyek tersebut saling berkaitan dan sangat menentukan hasil akhir (produk) dari suatu kegiatan proyek. Untuk menjamin tercapainya tujuan dari konstruksi ramping, maka dibutuhkan pengontrolan setiap tahap kegiatan (*production control*) dari awal sampai akhir proyek. Pengontrolan tersebut lebih tepatnya dilakukan terhadap setiap kegiatan yang telah disusun dengan menerapkan konsep *work structuring* dalam perencanaannya. Semua proses tersebut merupakan rangkaian dari lingkaran pembelajaran yang akan berkaitan dengan pelaksanaan proyek sesudahnya.

Untuk mencapai kesempurnaan hasil suatu proyek, perbaikan yang berkelanjutan (*continous improvement*) dalam pelaksanaan proyek perlu dilaksanakan. Lingkaran pembelajaran merupakan suatu proses yang akan digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk perencanaan proyek yang selanjutnya. Jika terdapat kekurangan pada proyek sebelumnya, maka akan dilakukan perbaikan untuk proyek selanjutnya yang memiliki model serupa.

Perbaikan tersebut dilakukan terhadap kekurangan yang terjadi pada proyek sebelumnya dengan mempertimbangkan beberapa alternatif yang dapat menyelesaikan permasalahan yang terjadi. kegiatan-kegiatan tersebut terus dilakukan secara berkelanjutan terhadap proyek yang akan dilaksanakan selanjutnya sehingga akan mencapai kondisi yang mendekati kesempurnaan (*perfection*).



Gambar 2.6. Lean Project Delivery System (Ballard, 2000a)

Dalam sebuah artikel majalah *Construction Executive* edisi November 2005 yang ditulis oleh Lauren Pinch terdapat beberapa prinsip konstruksi ramping:

1. Membentuk gabungan tim proyek konstruksi yang terdiri dari pemilik (*owner*), arsitek, pengguna fasilitas, pembangun, kontraktor khusus, subkontraktor, dan penyedia (*supplier*)
2. Menggabungkan desain proyek dengan desain proses, secara serempak mendesain fasilitas dan proses produksinya
3. Lebih baik menghentikan produksi (proses konstruksi) daripada menghasilkan pekerjaan atau produk yang salah dalam proses konstruksi
4. Desentralisasi penentuan keputusan, memberikan wewenang pada seluruh partisipan proyek dalam pengambilan keputusan dan membuat proses tersebut transparan sehingga seluruh pihak dalam proyek dapat melihatnya
5. Memerlukan target produksi yang simple antar tahapan kegiatan proyek pada aliran pekerjaan (*work stream*), dengan cara yang jelas dalam perumusan kegiatan dan penerimaan tanggapan untuk menghilangkan hambatan antara tahapan proyek.

Berdasarkan *Lean Construction Institute* (2004), terdapat cara-cara mengatur proyek agar dapat mencapai konsep ramping, antara lain:

1. Menentukan keperluan (*requirement*) yang diajukan oleh klien mencakup kualitas, waktu, batasan anggaran, dan desain yang mereka inginkan
2. Lakukan perincian (*break down*) proyek menjadi tiap-tiap aktivitas, estimasi durasi yang dibutuhkan serta sumber daya untuk tiap aktivitas dan susunlah dengan menyertakan keterikatan antar aktivitas dengan menggunakan *Critical Path Method*.
3. Tetapkan tiap aktivitas, tentukan target dan lakukan pemantauan terhadap keselamatan, kualitas, waktu, dan biaya.
4. Lakukan koordinasi terhadap *master schedule* dan lakukan *meeting* mingguan. Hal yang perlu dilakukan:

- Mengurangi biaya dengan melakukan peningkatan produktivitas
- Mengurangi durasi dengan mempercepat tiap aktivitas atau mengubah *logic* antar kegiatan
- Tingkatkan kualitas dan keselamatan dengan pemeriksaan dan penegakan peraturan

2.5 *Work Structuring* Sebagai Salah Satu ‘Alat’ Lean Construction

Beragam jenis *tools*, teknik dan prinsip dalam manajemen, selalu digunakan dalam usaha-usaha mencapai reduksi waktu pelaksanaan proyek, beberapa diantaranya terinspirasi dari prinsip-prinsip konstruksi ramping (Freire and Alarcon, 2002). Prinsip-prinsip dan *tools* yang biasa digunakan tersebut akan dijabarkan dalam tabel 2.1 beserta penjelasannya. Semua *item* dalam tabel tersebut biasa digunakan dalam proyek, namun *work structuring* merupakan salah satu yang paling mempengaruhi keberhasilan dalam manajemen proyek (Alarcon, 2004).

Dalam menerapkan konsep konstruksi ramping, suatu industri konstruksi harus memulainya dari tahap yang paling dasar dalam sebuah tahapan proyek yaitu tahap perencanaan. Tahap perencanaan yang mengandung prinsip-prinsip dari konstruksi ramping kemudian dapat disebut dengan *work structuring*.

Tabel 2.1. Beberapa aktivitas, *tools*, dan teknik yang diaplikasikan dalam usaha mereduksi waktu pelaksanaan proyek(Sumber: *Reducing Schedule in Repetitive Construction Projects*. Alarcon. 2004)

Activity	Tools/Techniques	Purpose	Aim
Interviews	"5WHYs" and "5WHYs+ HOW"	Diagnosis	- Identifying potential barriers to implementation - Obtaining general view of information flows and general assessment of the building company
Delivery and listing of background information		Diagnosis	- Obtain background information about the project - After initial study, generate basic criteria to start operations
Preconstruction meetings		Diagnosis and Planning	- Clarify aspects of project
Working meetings with persons in charge of applying methodology	Critical path method	Planning	- Searching critical path, managing time slack and potential critical paths - Study data obtained in previous operations, balance workload and resources
	Work structuring	Performance Improvement	- Involve project manager and site manager in planning and process improvements - Minimizing activities that add no value to processes, minimizing time needed to execute processes - Eliminating existing prerequisites, minimizing risk of accidents
Coordination meeting with subcontractors	Phase scheduling	Planning	- Secure commitments from subcontractors and project managers through collective planning - Promote team work, create awareness of the impact of individual actions on all participants
Permits, licensing, etc.		Planning	- Verify validity and status of permits
Drawing plans and blueprints, sheet piling		Planning	- Foresee and complete high-demand activities during first stages of project and correct topographical errors
Layout of work areas		Planning	- Proper layout of work areas may generate savings in workers' movements, eliminate need to relocate operations, and secure prompt availability of stocked materials
Obtaining feedback on site	Feedback	Planning and Control	- Check actual data against plans - Early warning of potential problems
Weekly planning meetings	Last Planner	Planning	- Control plans variability, managing interrelations, identifying cases of non compliance, increasing commitment planning, secure commitments by subcontractors
Weekly meetings with site managers	Benchmarking	Performance Improvement	- Select best practices, promote team work to solve problems on site - Secure commitments with building company
Compliance reports	Continuous improvement	Planning	- Assess variability of planning in a building project
Report on reasons of non compliance	Continuous improvement	Performance Improvement	- Identify problems encountered in order to avoid them in the future - Identify potential improvements
Report on cubing work, materials and labor	Continuous improvement	Performance Improvement	- Determine exact amount of materials to be used - Procure materials in advance - Determine human resources requirements

2.5.1 Pengertian *Work Structuring*

Work structuring dalam konstruksi ramping didefinisikan sebagai pengembangan desain operasi dan proses sejalan dengan desain produk, susunan rantai suplai, alokasi sumber daya, usaha *design-for-assembly* dengan tujuan menciptakan aliran kegiatan yang dapat diandalkan dan cepat sambil menyampaikan *value* kepada pelanggan (Ballard, 2000b).

Beragam tingkatan dalam organisasi proyek turut menentukan susunan pekerjaan, batasan-batasan yang dimiliki setiap kegiatan, rancangan dan lokasi dari tiap proses produksi dan penggabungan produk-produk tersebut menjadi bagian yang lengkap dari sebuah produk. Perancang (*designer*), *fabricators*, dan kontraktor masing-masing memberikan input dan dibentuklah susunan pekerjaan sesuai tradisi dan norma yang biasa berlaku (Tsao, 2004).

Pengertian *Work structuring* kemudian diperluas agar mencakup desain sistem produksi (Ballard et al, 2001). *Work structuring* dapat juga dijelaskan sebagai keahlian dasar yang berdasarkan kepada pengaturan prinsip-prinsip (Tsao et al, 2004) yang *output*-nya dinamakan *work structure*.

Work structure adalah penjelasan dari “bagaimana sebuah pekerjaan dalam suatu proyek dapat menciptakan produk yang sesuai dengan permintaan pelanggan (Tsao et al, 2004).

Ballard dan Howell (2003) menggunakan sebutan *work structuring* daripada *process design* karena mereka ingin mengkritik pelaksanaan *work breakdown structure* yang berlaku di lapangan. Menurut mereka, perencanaan harus dilakukan sepanjang lingkup pekerjaan, dan bukan hanya lingkup pekerjaan tertentu secara terpisah. Jika itu dilakukan, maka sasaran jadwal proyek yang telah ditetapkan sering tidak tercapai dan koordinasi kegiatan-kegiatan yang saling berkaitan akan bergantung pada pelaksana di lapangan.

Work structuring adalah aspek utama dalam *Lean Project Delivery System (LPDS)* yang telah disebutkan sebelumnya, yaitu sebuah pendekatan yang berbasis manajemen produksi untuk mendesain dan membangun fasilitas dimana proyek tersebut disusun dan diatur sebagai proses penghasilan *value* (Ballard, 2000b). *Lean Project Delivery System (LPDS)* kan dikembangkan sebagai filosofi, kumpulan dari fungsi-fungsi yang saling terkait, aturan penentuan keputusan,

prosedur pelaksanaan fungsi-fungsi, dan sebagai alat bantu pelaksanaan. Cakupannya meliputi *project-based production systems*, dimana sistem proyek dan sistem produksi saling berpotongan.

Dalam sistem ini, *work structuring* muncul di sepanjang fase proyek dimana seluruh partisipan proyek menentukan rencana jenis-jenis pekerjaan yang dibutuhkan dalam suatu proyek. Dalam pelaksanaannya, rencana tersebut kemudian harus didukung oleh kontrol produksi (*production control*) untuk memastikan pelaksanaan sesuai dengan apa yang direncanakan.

2.5.2 Konsep Work Structuring

Ballard (1999) menggunakan istilah *production units*, *work chunks*, dan *handoffs* untuk menjelaskan fase-fase dari *work structuring*. Berikut ini adalah penjelasannya.

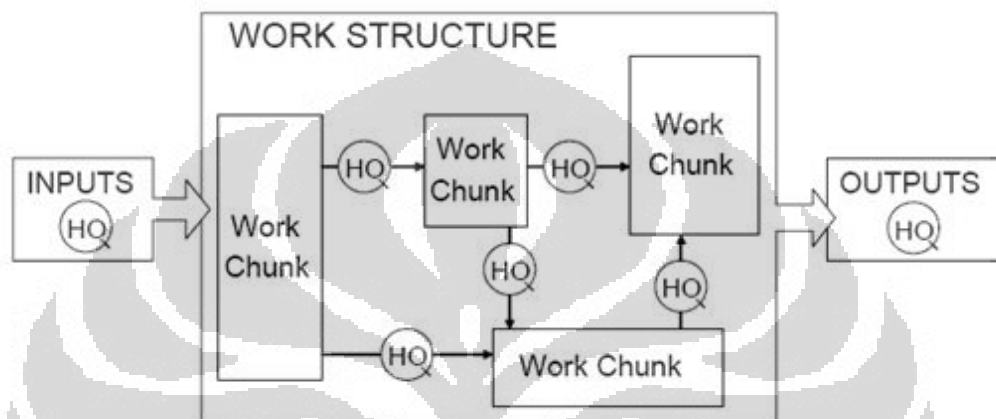
Unit produksi (*production units*) adalah sekelompok pekerja di lapangan yang melakukan pekerjaan atau berbagi tanggung jawab terhadap pekerjaan serupa, yang memiliki keahlian dan teknik yang sama (LCI, 2004). Unit produksi adalah penerima dari pekerjaan yang telah disepakati, dapat mencakup pekerja dengan keahlian-keahlian tertentu seperti tim desain, tim pekerja lapangan, dan tim pekerja lainnya.

Work chunks adalah suatu unit pekerjaan yang dapat di serahkan dari sebuah unit produksi ke unit produksi selanjutnya (Tsao et al, 2000). Unit produksi memberikan nilai tambah dari satu tahap ke tahap selanjutnya sehingga pada akhirnya membentuk produk yang sempurna.

Handoff adalah suatu tahap dimana sekumpulan *work chunks* telah dilaksanakan oleh unit produksi tertentu sehingga memperoleh suatu hasil yang dapat menentukan produk setengah jadi tersebut dapat diproses pada tahap selanjutnya, atau menentukan unit produksi dapat mengerjakan unit pekerjaan berbeda seperti yang telah direncanakan sebelumnya. *Handoff* secara langsung mempengaruhi kemampuan unit produksi untuk melaksanakan unit pekerjaan yang telah direncanakan. Dengan mengatur aliran pekerjaan diantara *handoff* tersebut dapat membantu mengurangi *waste* dan memperpendek durasi proyek (Tommelein et al, 1999).

Ballard dan Howell (2003) mengemukakan bahwa jadwal adalah produk dari *work structuring* yang menentukan sasaran dan *handoff* antara pelaksana pekerjaan yang terlibat untuk mencapai sasaran tersebut. Sementara untuk mencapai sasaran diperlukan kontrol dalam proses produksi.

Pada gambar 2.7 dijelaskan gambaran konsep yang menjelaskan hubungan antara *work structure*, *work chunks*, dan *handoffs*.



Gambar 2.7. Hubungan antara *work structure*, *work chunks*, dan *handoffs* (Tsao, 2005)

2.5.3 Tahapan *Work Structuring*

Sebagai sebuah perencanaan sistem produksi, *work structuring* mencakup beberapa tahap. Beberapa tahap kegiatan yang perlu diingat dalam pelaksanaan *work structuring* (Alarcon et al, 2004):

- *Design Flow*
 - Menentukan *requirement*
 - Menyatukan *requirement* menjadi kriteria desain
 - Menyeleksi konsep, sistem dan teknologi yang akan digunakan
 - Menentukan desain, *suppliers* material, dan fitur-fitur dalam proses pemasangan (*features of assembly processes*)
 - Memilih komponen dan material
 - Menyatukan kompen ke dalam sistem dan satu sistem dengan sistem yang lainnya melalui teknik *detailed engineering* untuk sebuah penyelesaian yang mudah dalam proses ini

- *Supply Flow*
 - Menciptakan *detailed design*
 - *Stocking materials*
 - *Manufacturing components*
 - *Creating partial assembly modules*
 - *Transport to assembly plant*
- *Work front structuring*
 - Menentukan proses layaknya sebuah rangkaian operasi yang terhubung dalam aliran pekerjaan berulang atau terhubung oleh suatu jangka waktu singkat (*short lead time*)
 - Menggunakan penyangga (*buffer*) atau mekanisme pengontrol untuk memonitor aliran pekerjaan antar proses
 - Menugaskan pekerjaan kepada orang yang memiliki kemampuan dan keahlian yang dibutuhkan

Work structuring terutama digunakan untuk memperbaiki proses produksi sepanjang tingkatan proyek. Proses tersebut dapat didesain ulang untuk meminimalisasi kerugian dan mengurangi langkah atau aktivitas yang tidak perlu yang tidak member nilai tambah bagi produk akhir (*output*). Di waktu yang sama, sasaran *work structuring* adalah untuk menghilangkan seluruh aturan perusahaan yang kurang bermanfaat bagi aktivitas proyek.

2.5.4 Prinsip-prinsip Work Structuring

Dalam sebuah paper internasional, Ballard et. al. (2001), mengemukakan sebuah panduan desain dari suatu proyek berbasis sistem produksi yang berbentuk *end-means hierarchies*. Panduan desain ini tentunya berbeda dengan panduan yang biasa digunakan dalam sistem manufaktur dalam hal pembentukan konsep produksi yang mencakup baik desain dan proses pembuatan dari produk. *End-means hierarchies* ini dibagi menjadi dua jenis aplikasi kegiatan, yaitu untuk memaksimalkan *value (maximize value)* dan meminimalkan *waste (minimize waste)*. Usaha meminimalisasi *waste* sendiri dibagi menjadi tiga prinsip utama

dan setiap prinsip tersebut diikuti oleh prinsip yang lebih spesifik dan teknik penerapannya. Berikut ini adalah rinciannya:

- Mengurangi Produk Cacat/Gagal (*Reduce defective products*)
 - Meningkatkan kualitas *supplier* dan pengiriman tepat waktu
 - Meningkatkan kualitas produk lanjutan bersamaan dengan proses produksi, baik desain ataupun konstruksi
- Memperlancar aliran proses dan reduksi waktu pelaksanaan (*Make materials and information flow/reduce cycle times*), misalnya dengan meminimalisasi waktu untuk material, pekerjaan ulang, *waiting in queues, being processed*)
 - *Structure work for flow*
 - *Control work for flow*
 - Reduksi *inventories* (waktu yang dibutuhkan untuk menunggu proses)
 - Reduksi waktu inspeksi
 - Reduksi waktu pemrosesan/pelaksanaan
 - Reduksi waktu pekerjaan ulang
 - Reduksi waktu untuk material dan informasi yang dipindahkan dan tidak dimengalami pengolahan
- *Get more from less*
 - Meningkatkan produktivitas sumber daya
 - Mengurangi biaya untuk memperoleh sumber daya, material, dan informasi
 - Mengurangi biaya penggunaan material dan informasi

Flow adalah suatu konsep dasar yang mengindikasikan sistem produksi sedang mengusahakan suatu penyampaian singkat (*instant delivery*). Misalnya dengan cara menciptakan suatu kontinuitas (*not stopping*) dan kecepatan (*speed*). Koordinasi dari beberapa *flow* sangat penting dalam semua sistem produksi, terlebih lagi pada proyek yang berbasis sistem produksi seperti konstruksi, karena produknya yang kompleks dan terdapat *supplier* dalam jumlah banyak. Menurut Koskela (1992), terdapat beberapa prinsip untuk mendesain dan meningkatkan proses *flow*. Prinsip-prinsip tersebut antara lain:

1. Mengurangi pembagian aktivitas yang tidak meningkatkan *value* (*non value-adding activities*)

Non value-adding activities adalah suatu aktivitas yang membutuhkan waktu, sumber daya atau ruang dalam pelaksanaannya, tapi tidak menambahkan *value* pada hasil akhir. Kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah timbul akibat desain dari hirarki organisasi. Setiap waktu terdapat pembagian tugas yang harus dilaksanakan oleh dua pihak berbeda, meningkatlah kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah, seperti *inspecting*, perpindahan (*moving*) dan menunggu (*waiting*). Beberapa prinsip yang disebutkan di bawah ini dapat membantu memberikan penekanan terhadap kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Akan tetapi sangat mungkin untuk secara langsung mengambil tindakan terhadap *waste* yang terlihat dengan cara membuat bagan alir proses kegiatan dan memilah serta mengukur kegiatan tanpa nilai tambah tersebut.

2. Meningkatkan *output value* melalui pertimbangan sistematis terhadap keinginan pelanggan (*customer*)

Value dapat diperoleh melalui pemenuhan spesifikasi pelanggan. Untuk setiap aktivitas terdapat dua jenis pelanggan, yaitu aktivitas setelahnya dan pengguna akhir. Pendekatan praktis untuk prinsip ini adalah menciptakan suatu desain *flow* sistematis, dimana pelanggan didefinisikan pada setiap tahapannya dan tiap spesifikasi pelanggan dianalisa. Prinsip lainnya, seperti meningkatkan transparansi dan *improvement* yang berkelanjutan juga dapat membantu.

3. Reduksi *variability*

Proses produksi adalah variabel (faktor yang berubah-ubah). Dalam proses produksi, paling tidak terdapat dua perbedaan, yaitu produk dan sumber daya (waktu, bahan mentah, pekerja) yang digunakan. Terdapat dua alasan untuk mereduksi *variability* dalam proses produksi, yang pertama dari sudut pandang pelanggan, produk yang seragam lebih

baik. Taguchi menyatakan bahwa setiap deviasi yang terjadi terhadap target *value* dapat menyebabkan kerugian, yang merupakan fungsi kuadrat dari deviasi. Yang kedua, variabel untuk setiap durasi kegiatan, meningkatkan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah. Untuk mereduksi *variability* dapat dilakukan dengan mengurangi ketidakpastian (*uncertainty*) dan meningkatkan kemampuan memprediksi (*predictability*). Pendekatan praktis untuk mengurangi *variability* terbentuk dari prosedur 'teori kontrol statistik'. Yang paling utama adalah melakukan pengukuran *variability* dan menemukan serta menghilangkan penyebab inti. Standarisasi dari setiap aktivitas dengan cara menerapkan prosedur standar sering bertujuan untuk mengurangi *variability* dalam proses konversi maupun proses *flow*.

4. Reduksi waktu siklus (*cycle time*)

Waktu adalah ukuran dari proses alir (*flow*). Menurut Krupka (1992), waktu lebih dapat digunakan sebagai pengukur daripada biaya dan kualitas, karena waktu dapat digunakan untuk mengendalikan biaya dan kualitas. Alir produksi dapat dilihat dari waktu siklusnya, yaitu waktu yang dibutuhkan untuk bagian material melalui seluruh aliran proses. Bentuk persamaannya sebagai berikut:

$$\text{Cycle time} = \text{processing time} + \text{inspection time} + \text{wait time} + \text{move time}$$

Sehingga untuk mereduksi waktu siklus, dapat dilakukan reduksi pada waktu inspeksi, perpindahan (*move*) dan waktu tunggu. Beberapa keuntungan yang bisa diperoleh dari mereduksi waktu siklus ini antara lain mempercepat penyampaian *value* pada pelanggan dan mereduksi kebutuhan untuk membuat perkiraan akan kebutuhan waktu yang akan datang.

5. Penyederhanaan dengan meminimalisasi jumlah langkah dan bagian

Permasalahan dasar dari kompleksitas adalah reliabilitas, sistem yang kompleks bersifat kurang dapat diwujudkan daripada sistem yang simpel. Selain itu, kemampuan manusia untuk menghadapi kompleksitas bersifat terbatas. Penyederhanaan dapat diartikan sebagai mengurangi jumlah komponen dari suatu produk dan mengurangi jumlah langkah pada alir material dan informasi. Penyederhanaan dapat diperoleh dengan menghilangkan kegiatan yang tidak memberikan nilai tambah dari proses produksi dan mengatur ulang bagian atau langkah yang dapat menghasilkan nilai tambah.

6. Meningkatkan transparansi proses

Kurangnya transparansi proses pelaksanaan meningkatkan kecenderungan untuk terjadinya kesalahan. Sehingga, tujuan dari dilakukannya proses produksi yang transparan dan dapat diamati oleh fasilitas kontrol dan perbaikan adalah untuk membuat aliran utama dari operasi sejak awal sampai akhir dapat dilihat dan dapat dipahami oleh seluruh pihak pekerja. Hal ini dapat dicapai dengan membuat proses dapat diamati secara langsung melalui alat-alat fisik ataupun organisasi, pengukuran, dan *display* publik. Transparansi diartikan sebagai pemisahan jaringan informasi dan susunan hirarki pemberi perintah. Tujuannya adalah untuk menggantikan kontrol pribadi menjadi control formal dan pengumpulan informasi terkait.

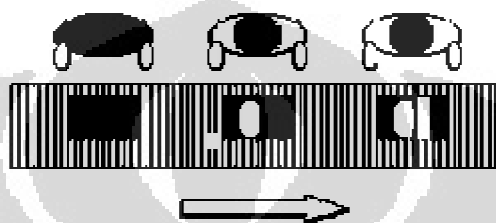
2.6 Proses Produksi pada Proyek Konstruksi

2.6.1 Perbandingan Proses Produksi Proyek Konstruksi dengan Manufaktur

Menurut Abduh (2007), perbedaan pokok antara industri konstruksi dengan industri manufaktur terletak pada proses produksi, yang dilakukan di lapangan atau di 'rantai produksi'.

Dalam industri manufaktur, proses produksi yang berlangsung adalah produk yang sedang dirakit (produk setengah jadi) berjalan pada ban berjalan

menghampiri para pekerja dari tahap yang satu ke tahap selanjutnya. Setiap pekerja memiliki keahlian masing-masing yang tidak sama antara satu dan lainnya. Hasil pekerjaan tahap yang pertama menjadi dasar pekerjaan bagi tahap yang kedua, tahap kedua menjadi dasar bagi tahap yang ketiga, begitu terus selanjutnya. Setiap pemberhentian memberikan kontribusinya terhadap wujud akhir suatu produk. Gambaran akan proses ini dapat dilihat lebih jelas pada Gambar 2.8.

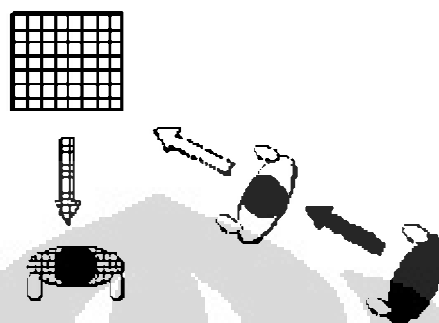


Gambar 2.8. Proses Produksi pada Industri Manufaktur

Di lapangan, suatu proses konstruksi dilakukan sebagaimana tergambar pada gambar 2.9. Bila dalam proses produksi industri manufaktur produk setengah jadi akan berjalan menghampiri pekerja, dalam proses produksi yang terjadi di lapangan, pekerja yang menghampiri produk setengah jadi tersebut. Sekumpulan pekerja yang berkeahlian tertentu mengerjakan produk awal pada suatu titik di proyek konstruksi. Setelah selesai, akan datang sekumpulan pekerja lainnya yang bertugas melanjutkan pekerjaan tersebut dengan keahlian lain yang dimilikinya, begitu pula seterusnya sampai produk tersebut selesai di satu titik. Karena biasanya pada suatu proyek konstruksi terdapat banyak jenis produk yang harus dihasilkan, proses tersebut dilakukan berulang-ulang pada tiap titik yang dikerjakan.

Dari penjelasan tersebut bisa dilihat terdapat faktor produktivitas pekerja dapat mempengaruhi hasil dari produk yang direncanakan. Setiap pekerja menghasilkan produk sementara yang menjadi bahan pekerjaan bagi pekerja selanjutnya. Artinya, bila pekerja yang pertama belum menyelesaikan pekerjaannya, tidak akan ada produk yang harus dikerjakan oleh pekerja selanjutnya. Hal ini merupakan *idle* atau kegiatan menunggu, yang tidak lain merupakan bagian dari *waste*. Jika proses konstruksi ini berulang, misalnya

membuat beberapa kolom beton pada suatu lantai, maka akan dapat dihitung seberapa banyak *idle* untuk setiap tim kerja. Dalam hal ini, keseragaman dan variasi kecepatan bekerja atau produktivitas tim kerja menjadi permasalahan.



Gambar 2.9. Proses Produksi pada Industri Konstruksi (Abduh,2007)

Tentunya *waste* akan menjadi lebih besar jika produk hasil pekerja tersebut tidak dapat diterima (kualitas buruk), yang berarti secara fisik merupakan *waste*, yang ditolak dan dibuang, serta membutuhkan pekerjaan perbaikan atau pekerjaan ulang yang membutuhkan sumber daya tambahan (Abduh, 2007).

2.6.2 Pekerjaan Pelat sebagai Bagian dari Proses Produksi Proyek Konstruksi

Seperti yang telah kita ketahui, bahwa berdasarkan posisinya, struktur sebuah bangunan gedung dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu struktur atas dan struktur bawah. Dimana yang dimaksud dengan struktur bawah adalah struktur bangunan yang dibangun di bawah permukaan tanah. Beberapa pekerjaan struktur bawah antara lain pekerjaan tanah dan pekerjaan pondasi. Sedangkan struktur atas adalah kebalikan dari struktur bawah, yaitu struktur bangunan yang letaknya di atas permukaan tanah. Pekerjaan struktur yang termasuk struktur atas antara lain pekerjaan kolom, pelat, balok, dan atap.

Pembahasan pada penelitian ini akan dibatasi pada pekerjaan struktur pelat, sehingga penjelasannya pun hanya terbatas pada pekerjaan bagian struktur tersebut. Dalam penelitian ini, yang dimaksud dengan pekerjaan pelat adalah pekerjaan pelat lantai bangunan gedung yang terbuat dari beton bertulang.

Pelat beton bertulang adalah struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal, dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut (Asroni,2010).

Ketebalan bidang pelat ini relatif sangat kecil apabila dibandingkan dengan bentang panjang/lebarnya. Pelat beton bertulang ini sifatnya sangat kaku dan arahnya horizontal, sehingga pada bangunan gedung, pelat ini berfungsi sebagai diafragma/unsure pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegakan balok portal.

Secara umum, pekerjaan pelat terdiri dari beberapa komponen pekerjaan. Mulai dari pekerjaan bekisting, penulangan, penentuan dan pengukuran elevasi, pemasangan bekisting dan tulangan, pengecoran, dan *finishing*. Namun jenis-jenis pelaksanaannya bergantung pada metode pelaksanaan yang dipilih.

Berdasarkan buku yang ditulis oleh Asiyanto (2008), metode pelaksanaan pekerjaan pelat bila dilihat dari komponen pembentuk pelat itu sendiri dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu pekerjaan pelat secara konvensional dengan pengecoran langsung di lapangan, pekerjaan pelat yang menggunakan bahan komposit seperti *half slab precast* yang terdiri dari lapisan *precast* tipis dengan pengecoran beton segar di atasnya, dan pekerjaan pelat dengan memasang pelat beton bertulang yang sebelumnya sudah diproduksi di luar lokasi dengan ketebalan tertentu.

Tentunya setiap metode yang digunakan dalam pelaksanaan pekerjaan tersebut memiliki durasi pekerjaan yang berbeda-beda. Hal itu terjadi karena setiap metode di atas memiliki komponen-komponen pekerjaan yang berbeda pula. Ada pekerjaan yang memang dikerjakan di dalam lokasi proyek, ada pula komponen yang dikerjakan di luar proyek. Semua hal tersebut akan mempengaruhi durasi pekerjaan pelat secara keseluruhan.

BAB 3

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Pada bagian awal karya tulis ini telah dijelaskan bahwa dengan melakukan penelitian, penulis ingin mencoba menerapkan aplikasi *work structuring* dalam tahap perencanaan pekerjaan pelat pada bangunan gedung bertingkat yang menjadi tinjauan kasus, supaya aliram pelaksanaan pekerjaan tersebut dapat berlangsung dengan lancar dan menghasilkan waktu pelaksanaan yang efisien.

Adapun untuk memudahkan jalannya penelitian, penulis menyusun suatu metodologi penelitian yang berisi tentang analisa prinsip dari suatu metode yang digunakan dan rangkaian prosedur yang akan dilakukan untuk mencapai tujuan penelitian tersebut.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang akurat, maka pada bab ini akan diuraikan tentang metode penelitian yang berisikan antara lain, kerangka pemikiran yang menjelaskan masalah utama penelitian yang digambarkan secara sistematis pada sub bab 3.2, kemudian pada sub bab 3.3 akan disajikan pertanyaan penelitian yang menjadi dasar permasalahan pada penelitian ini. Pada sub bab 3.4 berisi tentang penjelasan mengenai hipotesa yang merupakan jawaban sementara atas pertanyaan penelitian yang digunakan, sub bab 3.5 yang menjelaskan tentang strategi penelitian berdasarkan pertanyaan penelitian yang digunakan, sub bab 3.6 yang berisi tentang metode analisa data yang digunakan untuk mencapai tujuan penelitian yang telah ditetapkan, sub bab 3.7 yang membahas tentang metode analisa data pada penelitian ini, sub bab 3.8 yang membahas tentang tahap terakhir dalam penelitian ini yaitu validasi hasil penelitian. Bab ini diakhiri dengan sub bab 3.9 yang berisi penutup dari pembahasan metodologi penelitian.

3.2 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan kajian pustaka mengenai *work structuring* dalam perencanaan bangunan gedung bertingkat, maka disusun kerangka pemikiran sebagai berikut:

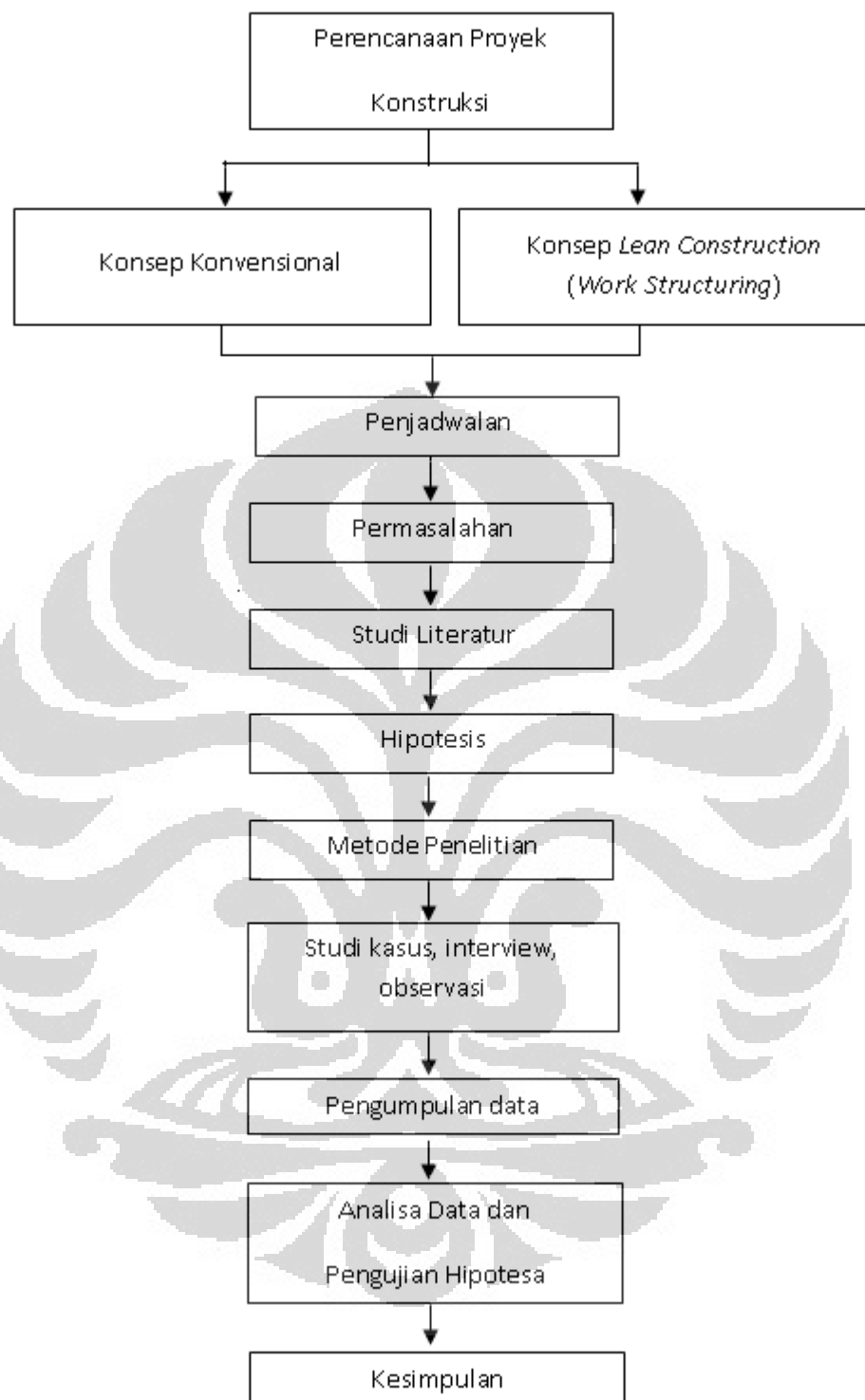
Perencanaan meliputi kegiatan estimasi, penjadwalan, dan pengawasan proyek. Salah satu kegiatan dalam perencanaan adalah penjadwalan, yang berisi

tentang penentuan waktu dan urutan dari kegiatan- kegiatan yang telah dirumuskan dalam proses perencanaan. Penjadwalan merupakan acuan pelaksanaan suatu kegiatan proyek agar proyek tersebut dapat berjalan dengan teratur dan dapat selesai dengan memenuhi perjanjian waktu dalam kontrak yang telah disepakati.

Para ahli dalam bidang konstruksi dan manajemen proyek selalu berusaha untuk menemukan konsep-konsep baru dalam bidang perencanaan proyek untuk mendapatkan hasil yang lebih baik pada proses konstruksi. Penerapan konsep-konsep baru dalam proses penjadwalan perlu dilakukan untuk mendapatkan hasil penjadwalan yang optimal. Salah satunya adalah dengan menerapkan *Lean Construction*, dalam hal ini dengan menerapkan *work structuring* dalam proses perencanaan. Dengan penerapan konsep ini diharapkan akan dapat mereduksi durasi yang dibutuhkan dalam mengerjakan suatu aktivitas dan aliran pelaksanaan proses konstruksi akan lebih lancar. Pada gambar 3.1 akan disajikan kerangka pemikiran yang ditampilkan dalam bentuk diagram alir.

Dari diagram alir yang ditampilkan, dapat dilihat tahapan-tahapan dalam penelitian ini. Dapat kita ketahui bahwa proses perencanaan sebuah proyek saat ini mulai dikembangkan dengan cara menerapkan *work structuring*. Dengan menerapkan teori ini, diharapkan pelaksanaan konstruksi akan lebih lancar sekaligus memenuhi *value* dan meminimalisasi pemborosan waktu. Kemudian dari perencanaan tersebut dapat dibentuk hasil olahan lanjutan berupa jadwal pelaksanaan pekerjaan yang diolah dengan metode penjadwalan tertentu.

Dari teori-teori tersebut kemudian timbul permasalahan yang akan diteliti dalam penelitian ini. Kemudian dari permasalahan yang ada dilakukan studi literatur sehingga menghasilkan suatu hipotesis yang nantinya akan diuji kebenarannya. Untuk membantu penelitian, disusunlah metode yang akan digunakan demi mencapai tujuan dari penelitian ini. Metode penelitian tersebut membantu peneliti memperoleh data-data yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Dari data yang diperoleh, nantinya akan dianalisa dan dilakukan pengujian terhadap hipotesa yang telah ditentukan sebelumnya. Sebagai penutup, dilakukan penulisan kembali intisari dari penelitian ini dalam bentuk kesimpulan.



Gambar 3.1. Diagram Alir Kerangka Pemikiran
(Sumber: Hasil Olahan)

3.3 Pertanyaan Penelitian

Seperti yang sudah dijelaskan pada bab sebelumnya, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui bentuk penerapan aplikasi *work structuring* dalam tahap perencanaan pekerjaan pelat pada bangunan gedung bertingkat yang menjadi tinjauan kasus supaya menghasilkan rencana jadwal pelaksanaan yang *applicable* dan efisien.

Dalam menentukan suatu strategi metode penelitian, seorang peneliti harus mempertimbangkan 3 hal, yaitu jenis pertanyaan yang digunakan, kendala terhadap peristiwa yang diteliti dan fokus terhadap peristiwa yang sedang berjalan atau baru diselesaikan (Yin, 1994).

Tabel 3.1. Strategi Penelitian untuk Berbagai Situasi

Strategi Penelitian	Jenis Pertanyaan yang Digunakan	Kendala terhadap Peristiwa yang Diteliti	Fokus terhadap Peristiwa yang Berjalan/Baru Diselesaikan
Eksperimen	Bagaimana	Ya	Ya
	Mengapa		
Survey	Siapa, apa, dimana berapa banyak	Tidak	Ya
	berapa besar		
Analisis	Siapa, apa, dimana berapa banyak	Tidak	Ya/Tidak
	berapa besar		
	Bagaimana		
Sejarah	Bagaimana	Tidak	Tidak
	Mengapa		
Studi Kasus	Bagaimana	Tidak	Ya
	Mengapa		

Sumber: Diterjemahkan dari Yin (1994)

Pada tabel tersebut dapat dilihat beberapa jenis dari strategi penelitian yang dapat dipilih berdasarkan jenis pertanyaan yang digunakan. Untuk membantu peneliti dalam menentukan arah penelitiannya, maka dibuatlah pertanyaan penelitian seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya. Pertanyaan tersebut kemudian dapat menjadi alat bantu untuk menentukan strategi penelitian apa yang akan digunakan untuk memperoleh data dan mengamati fenomena yang akan diteliti.

Adapun pertanyaan penelitian yang dirumuskan dalam penelitian ini, antara lain:

1. 'Bagaimana' bentuk penerapan *work structuring* pada proses perencanaan pekerjaan pelat bangunan gedung XYZ yang berpengaruh dominan terhadap waktu pelaksanaan proyek?
2. 'Bagaimana' dampak penerapan aplikasi *work structuring* terhadap waktu pelaksanaan proyek tersebut?

3.4 Hipotesa

Berdasarkan dasar pemikiran yang disusun dari studi literatur pada penelitian ini dapat diambil hipotesis sebagai berikut:

“Jika work structuring diterapkan dalam proses perencanaan pekerjaan pelat pada bangunan gedung bertingkat, maka dapat mereduksi waktu pelaksanaan proyek”

3.5 Strategi Penelitian

Untuk memperoleh jawaban dari pertanyaan penelitian, dibutuhkan sejumlah data dari obyek yang akan diteliti. Data tersebut dapat berupa data primer dan data sekunder. Data primer adalah sumber-sumber yang memberikan data langsung dari tangan pertama, sedangkan sumber yang mengutip dari sumber lain disebut data sekunder (Surakhmad, 1992).

Data yang termasuk data primer dalam penelitian ini diantaranya adalah data hasil pengamatan peneliti berupa hasil wawancara dan observasi secara langsung. Sedangkan data sekunder dapat berupa data penjadwalan proyek yang telah dirumuskan sebelumnya, data-data yang berkaitan dengan perencanaan proyek, data atau informasi yang diperoleh dari studi literatur seperti jurnal, makalah, dan penelitian-penelitian yang berkaitan sebelumnya.

Data primer merupakan data yang diperoleh dengan cara mengumpulkan secara langsung di lapangan dan membutuhkan strategi penelitian tertentu untuk mendapatkannya. Mengacu pada tabel strategi penelitian yang disarankan oleh Yin, pertanyaan penelitian yang dirumuskan dalam penelitian ini dapat dijawab dengan pendekatan studi kasus dan analisis.

3.5.1 Strategi Penelitian Studi Kasus

Studi kasus adalah metode sekaligus alat untuk melakukan penelitian. Studi kasus dilakukan hanya untuk kasus yang bersifat khusus. Suatu studi kasus dapat berarti mempelajari secara dalam, masalah-masalah khusus yang terjadi pada suatu obyek yang ditinjau. “*Studi kasus menggunakan metodologi kualitatif dan kuantitatif untuk membantu memahami suatu fenomena*” (Meredith, 1998). Dengan menggunakan metode studi kasus pada suatu bangunan gedung bertingkat, diharapkan dapat membantu peneliti dalam melakukan proses analisis data dan memahami fenomena yang terjadi pada obyek yang ditinjau sebagai tujuan dari penelitian.

Pada penelitian ini akan dilakukan studi kasus pada proyek bangunan gedung XYZ yang dipilih sebagai proyek studi kasus. Dalam hal ini penelitian akan difokuskan pada pengenalan dan penerapan teori *work structuring* dalam perencanaan pekerjaan pelat pada bangunan yang ditinjau demi tercapainya efisiensi waktu pelaksanaan proyek.

3.5.2 Strategi Penelitian Analisis

Untuk mengetahui dampak penerapan *work structuring* terhadap waktu pelaksanaan proyek, perlu dilakukan analisa perhitungan durasi. Pada penelitian ini dilakukan analisis terhadap data-data yang dimiliki oleh proyek, seperti *Bill Of Quantity*, data kebutuhan sumber daya, laporan pelaksanaan pekerjaan proyek harian serta hasil observasi dan wawancara. Data tersebut sebagai bahan baku perhitungan durasi pelaksanaan pekerjaan pelat konvensional maupun pekerjaan pelat hasil penerapan *work structuring*. Setelah diolah, data tersebut akan digunakan sebagai input simulasi penjadwalan yang akan dilakukan.

Kemudian akan dilakukan analisa perbandingan durasi pelaksanaan proyek yang telah diterapkan *work structuring* dengan metode konvensional sebagai tolok ukur keberhasilan penerapan aplikasi *work structuring* dalam pekerjaan pelat pada gedung XYZ. Dengan mengetahui selisih durasi kedua penjadwalan tersebut, pertanyaan akan dampak penerapan aplikasi *work structuring* yang diajukan pada penelitian ini akan dapat dijawab.

3.6 Metode Pengumpulan Data

Pada penelitian ini data yang akan dikumpulkan berupa data primer dan data sekunder. Adapun metode yang dilakukan dalam proses pengumpulan data, antara lain:

3.6.1 Metode Studi Pustaka

Tahap pertama dalam melakukan pengumpulan data pada penelitian ini adalah dengan melakukan studi pustaka untuk mempelajari variabel-variabel apa saja yang merupakan aplikasi dari *work structuring* yang dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek.

Variabel-variabel tersebut nantinya akan dijadikan acuan dalam melakukan wawancara dengan manajer proyek dan observasi di lapangan secara langsung. Variabel tersebut bisa didapatkan dari hasil studi literatur dan hasil penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya. Variabel-variabel tersebut dapat dilihat pada tabel 3.2 di halaman selanjutnya.

Selain itu, akan dikumpulkan pula data proyek yang berisi tentang dokumentasi proses-proses yang berjalan pada proyek pembangunan gedung XYZ.

3.6.2 Metode Wawancara

Metode wawancara dilakukan secara langsung terhadap beberapa orang pakar dan manajer proyek XYZ untuk mendapatkan keterangan yang lebih lengkap mengenai penerapan aplikasi *work structuring* berdasarkan pengalaman pakar dan pengaruhnya terhadap waktu pelaksanaan proyek.

Tabel 3.2 Identifikasi Indikator Variabel Aplikasi *Work Structuring* Pada Proyek Konstruksi (diterjemahkan)

Faktor	Variabel	Indikator	Kode	Referensi
Aplikasi <i>Work Structuring</i> Pada Proyek Konstruksi	Menyusun Pekerjaan Untuk Memperlancar Aliran Proses	<i>Type, size, and locate buffers for variability</i>	X1	Ballard et al, 2001, WP
		<i>Make production rate = demand rate</i>	X2	Ballard et al, 2001, WP
		Menyusun aliran pekerjaan pada supplier's facilities	X3	C.Y.Tsao, Thesis 2005
		Menyusun aliran pekerjaan antara <i>supplier</i> dan pabrik	X4	C.Y.Tsao, Thesis 2005
		Menyusun aliran pekerjaan di pabrik	X5	C.Y.Tsao, Thesis 2005
		Menyusun aliran pekerjaan antara pabrik dengan lokasi proyek	X6	C.Y.Tsao, Thesis 2005
		Menyusun aliran pekerjaan di lokasi proyek	X7	C.Y.Tsao, Thesis 2005
		Menyederhanakan <i>site work</i> menjadi <i>final assembly</i>	X8	Ballard et al, 2001, WP
		Meminimalisasi <i>negative iteration</i> pada tahap desain	X9	Ballard et al, 2001, WP
		Reduksi <i>bad variability</i>	X10	C.Y.Tsao, Thesis 2005
		Meningkatkan keselamatan proses/produk	X11	C.Y.Tsao, Thesis 2005
	Reduksi waktu inspeksi	Membuat <i>inspeksi unnecessary/automatic</i>	X12	Ballard et al, 2001, WP
		Incorporate inspection into processing	X13	Ballard et al, 2001, WP
	Reduksi waktu pekerjaan ulang	Melaksanakan <i>in-process inspection</i>	X14	Ballard et al, 2001, WP
		Melakukan respon terhadap penyebab pekerjaan gagal	X15	Ballard et al, 2001, WP
		Menyederhanakan produk untuk membatasi kesalahan	X16	C.Y.Tsao, Thesis 2005
	Kontrol pekerjaan	Meningkatkan transparansi pelaksanaan	X17	C.Y.Tsao, Thesis 2005
	Reduksi waktu proses	Reduksi <i>process batches</i>	X18	Ballard et al, 2001, WP
		Menggunakan teknologi yang dapat mengurangi waktu proses	X19	Ballard et al, 2001, WP
		Merencanakan ulang produk untuk mendapatkan waktu yang lebih singkat	X20	Ballard et al, 2001, WP
		Mengembangkan kondisi <i>interface</i> yang konsisten	X21	C.Y.Tsao, Thesis 2005
	Reduksi inventories	Reduksi <i>bad variability</i>	X22	C.Y.Tsao, Thesis 2005
		Reduksi waktu pengadaan	X23	Ballard et al, 2001, WP
		Mengumpulkan material dan informasi ketika memungkinkan	X24	Ballard et al, 2001, WP
	Reduksi sumber daya dipindahkan dan tidak diolah	Reduksi jarak perpindahan	X25	Ballard et al, 2001, WP
		Meningkatkan kecepatan perpindahan	X26	Ballard et al, 2001, WP
		Reduksi jumlah perpindahan	X27	Ballard et al, 2001, WP

3.6.2.1 Wawancara Pakar

Dalam penelitian ini, pakar konstruksi yang dipilih memiliki beberapa kriteria, antara lain sudah berpengalaman kurang lebih 10 tahun di bidang pendidikan dengan kekhususan teknik sipil dan atau berpengalaman pada industri konstruksi, memiliki pendidikan yang menunjang dan bereputasi baik.

Proses wawancara dengan pakar konstruksi dilakukan dengan bantuan kuisisioner. Kuisisioner ini terdiri dari variabel-variabel yang sudah ditentukan oleh peneliti yang bersumber dari literatur dan penelitian sebelumnya. Pada kuisisioner ini pakar diharapkan memberikan pernyataan setuju atau tidaknya mengenai variabel tersebut dan komentar atas pernyataan yang diberikannya. Contoh kuisisioner dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 3.3 Contoh Kuisisioner Untuk Wawancara Pakar

Variabel	Indikator	Kode	Pernyataan			Komentar/Tanggapan/ Masukan/Perbaikan
			ya	tidak		
Mengurangi waktu proses pelaksanaan	Mengurangi tahapan proses pelaksanaan dalam proyek	X18	ya	tidak		
	Memanfaatkan teknologi yang dapat mengurangi waktu proses pelaksanaan (<i>processing times</i>)	X19	ya	tidak		
	Merencanakan ulang produk yang ingin dicapai untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat	X20	ya	tidak		
	Menciptakan kondisi <i>interface</i> yang konsisten	X21	ya	tidak		

Hasil dari pengisian kuisisioner ini akan digunakan sebagai bahan pemikiran untuk melakukan wawancara selanjutnya dengan manajer yang bertugas di proyek XYZ seputar penerapan aplikasi *work structuring* pada proyek XYZ..

3.6.2.2 Wawancara Manajer Proyek XYZ

Bersumber pada hasil wawancara pakar yang dilakukan sebelumnya, kemudian dilakukanlah wawancara terhadap manajer proyek yang bertugas memimpin proyek gedung XYZ. Wawancara yang dilakukan adalah sebagai pengganti proses pengumpulan data yang seharusnya dilakukan dengan melakukan penyebaran kuisisioner dalam proyek. Adapun proses penyebaran kuisisioner tidak dapat dilakukan akibat tidak tersedianya pelaksana proyek gedung XYZ yang kompeten untuk dijadikan responden.

Wawancara dilakukan dengan memberi pertanyaan seputar aplikasi *work structuring* yang diterapkan pada proyek ini berdasarkan acuan variabel yang sebelumnya telah diajukan kepada pakar. Pertanyaan wawancara tersebut adalah sebagai berikut:

1. Dari beberapa aplikasi *work structuring* ini, manakah tiga variabel dominan dan dapat dilihat secara konkret penerapannya pada proyek gedung XYZ?
2. Berdasarkan pengalaman Bapak pada proyek-proyek sebelumnya, dari beberapa aplikasi *work structuring* di bawah ini, manakah variabel juga pernah diterapkan pada proyek tersebut?
3. Apa dasar pemilihan variabel tersebut untuk diterapkan pada proyek ini?
4. Berapa lama waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan pelat pada tiap lantainya sebelum dilakukan *work structuring* pada perencanaannya? (rincian)
5. Berapa lama waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan pelat pada tiap lantainya setelah dilakukan *work structuring* pada perencanaannya? (rincian)
6. Bagaimana dengan perbedaan kebutuhan akan sumber daya tenaga kerja, alat, dan material antara cara konvensional dan cara yang digunakan?
7. Apa kendala yang dialami pada pelaksanaan pekerjaan pelat proyek ini akibat terjadinya perubahan cara pelaksanaan tersebut?

3.6.3 Metode Pengamatan Langsung

Pengamatan langsung dilakukan pada proyek gedung XYZ dengan tujuan untuk mendapatkan data di lapangan tentang pelaksanaan metode konstruksi pekerjaan struktur atas, khususnya struktur pelat. Pada tahap ini didapatkan data berupa gambaran proses kerja di lapangan. Proyek gedung XYZ menggunakan metode *half slab precast* dalam pelaksanaannya. Dari pengamatan langsung di lapangan dapat dilihat proses pelaksanaan pekerjaan pelat yang dilakukan dan waktu pelaksanaan tiap tahapan pekerjaan tersebut. Selain itu, dapat dilihat pula bentuk penerapan *work structuring* lainnya yang telah digunakan di proyek ini.

3.7 Metode Analisa Data

Setelah kita melakukan proses pengumpulan data di lapangan, akan didapatkan data dari hasil pengamatan di lapangan yang merupakan data yang belum terolah. Data-data tersebut nantinya akan diolah dengan metode-metode tertentu agar bisa menghasilkan data terolah sebagai bahan pembentukan teori yang dapat menjawab dan menjelaskan pertanyaan penelitian.

Dalam penelitian ini akan dipaparkan penerapan variabel-variabel *work structuring* pada pekerjaan pelat dalam proyek yang dijadikan studi kasus. Variabel-variabel tersebut merupakan hasil dari wawancara dan pengamatan langsung yang dilakukan di proyek studi kasus.

Kemudian untuk menjawab pertanyaan penelitian yang kedua, pertamanya dilakukan simulasi penjadwalan terhadap proses pekerjaan pelat yang telah diterapkan *work structuring* di dalamnya. Setelah itu, dilakukan analisa perbandingan antara data penjadwalan yang dimiliki proyek dengan data penjadwalan hasil simulasi tersebut.

Perbandingan ini akan memberikan jawaban dari hipotesa penelitian, bahwa dengan menerapkan aplikasi *work structuring* aliran pelaksanaan proyek akan lebih lancar dan dapat mereduksi waktu pelaksanaan proyek.

Penjadwalan pada proyek ini akan dilakukan dengan bantuan metode penjadwalan yang umum dilakukan, seperti metode *bar chart* serta menggunakan bantuan *software* penjadwalan *Microsoft Office Project 2007*.

3.7.1 Simulasi Penjadwalan

Simulasi penjadwalan merupakan kelanjutan dari analisis data yang telah dilakukan sebelumnya. Data yang telah didapatkan dari proses observasi dan studi laporan data proyek yang telah berlangsung kemudian disusun berdasarkan urutan pelaksanaan pekerjaan pelat dan dihitung durasinya. Dimana besarnya durasi tiap pekerjaan didapatkan dari hasil bagi antara volume pekerjaan dengan produktivitas perhari. Besarnya produktivitas dapat diketahui dari pengamatan data proyek gedung XYZ.

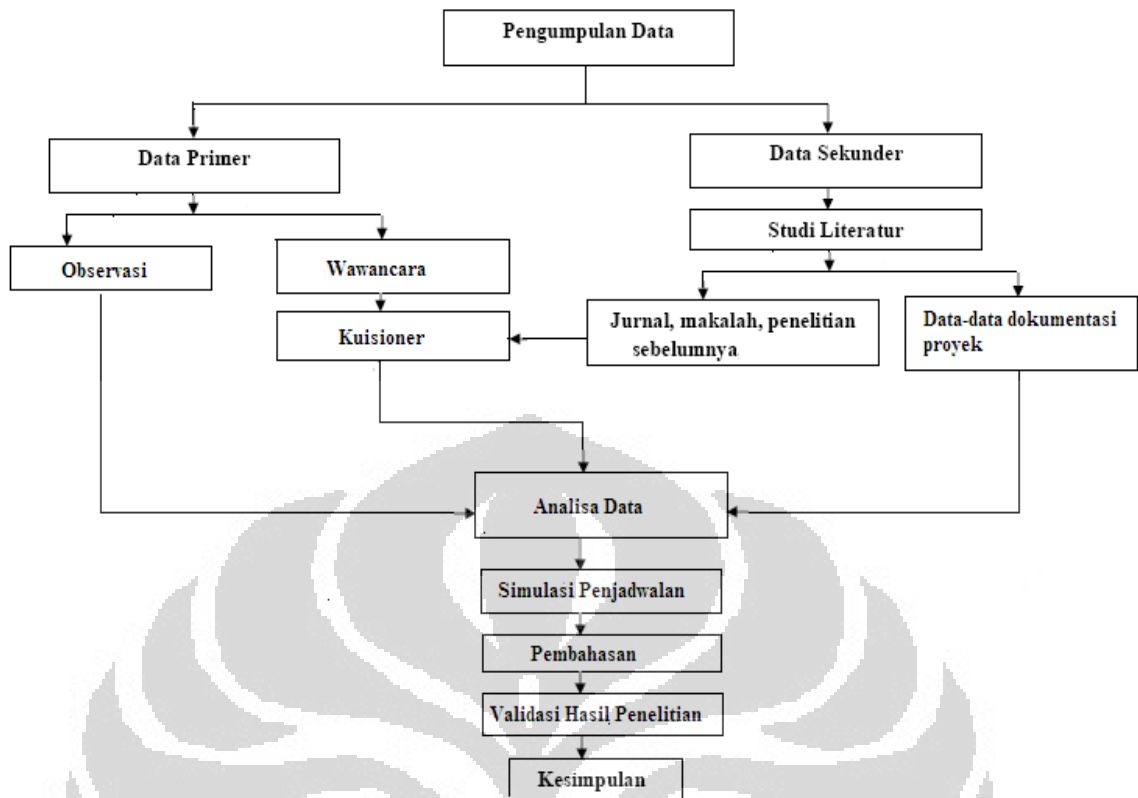
$$Durasi = \frac{Volume\ Pekerjaan}{Kapasitas\ Produksi \times Jumlah\ Pekerja}$$

Dengan bantuan *software* penjadwalan *Microsoft Office Project 2007*, disusunlah urutan pekerjaan pelat yang diterapkan dalam proyek ini disertai dengan durasi pelaksanaan dan hubungan keterkaitannya. Sehingga terbentuklah data penjadwalan yang baru untuk setiap lantai.

3.8 Validasi Hasil Penelitian

Setelah melakukan pengolahan data penelitian, tahap selanjutnya adalah melakukan validasi hasil penelitian oleh pihak yang kompeten di bidang konstruksi, dalam hal ini adalah manajer proyek gedung XYZ. Dengan melakukan validasi hasil penelitian ini, diharapkan akan didapatkan hasil penelitian yang valid dan dapat diterapkan dalam proyek konstruksi yang sesungguhnya.

Bagan alir proses penelitian, selengkapnya dapat dilihat pada gambar 3.3 di bawah ini.



Gambar 3.3. Diagram Alir Pengumpulan Data
(Sumber: Hasil Olahan)

3.9 Penutup

Penjelasan mengenai metode penelitian dari subbab 3.1 sampai 3.8 di atas adalah pemaparan dari metode penelitian yang akan diterapkan pada penelitian ini. Dengan menggunakan metode tersebut diharapkan seluruh pertanyaan penelitian dapat terjawab dan dapat mengantarkan peneliti kepada analisa data yang akurat.

BAB 4

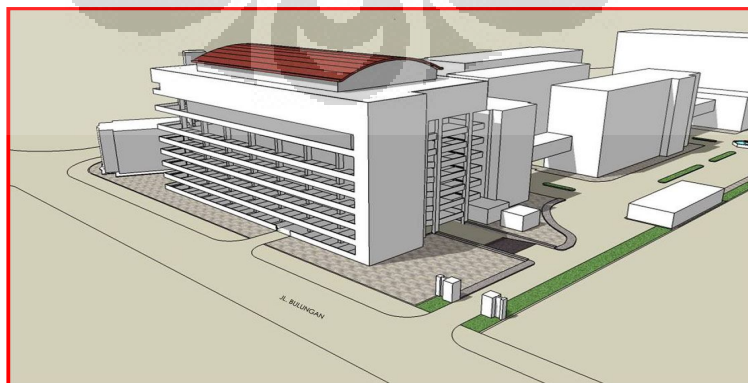
GAMBARAN UMUM PROYEK XYZ

4.1 Latar Belakang Proyek

Jumlah pengguna kendaraan bermotor, khususnya di DKI Jakarta semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kebutuhan akan sarana pengangkut yang dapat memberikan kenyamanan penuh bagi penggunanya. Kendaraan pribadi, baik mobil ataupun motor tidak bisa lepas dari kebutuhan para karyawan, khususnya yang lokasi kerjanya terletak di ibukota Jakarta. Selain kenyamanan, efisiensi waktu juga dapat diperoleh para karyawan dengan menggunakan kendaraan pribadi masing-masing. Hanya saja hal ini menimbulkan permasalahan baru berupa terbatasnya lahan parkir yang disediakan oleh masing-masing perusahaan. Karena itu, perlu ditemukan solusi yang tepat untuk mengatasi permasalahan kurangnya ketersediaan lahan parkir tanpa harus mengurangi kenyamanan para karyawan pula.

Proyek gedung bertingkat XYZ adalah sebuah proyek gedung parkir yang memang disediakan oleh sebuah perusahaan pemiliknya, untuk menjawab kebutuhan para karyawan akan lahan parkir yang semakin berkurang. Dengan dibangunnya gedung parkir ini, diharapkan kenyamanan dan keefektifan kerja pemilik perusahaan, karyawan, serta pengunjung perusahaan tersebut dapat terjamin.

4.2 Data Umum Proyek



Gambar 4.1 Gambar Rencana Gedung Parkir XYZ

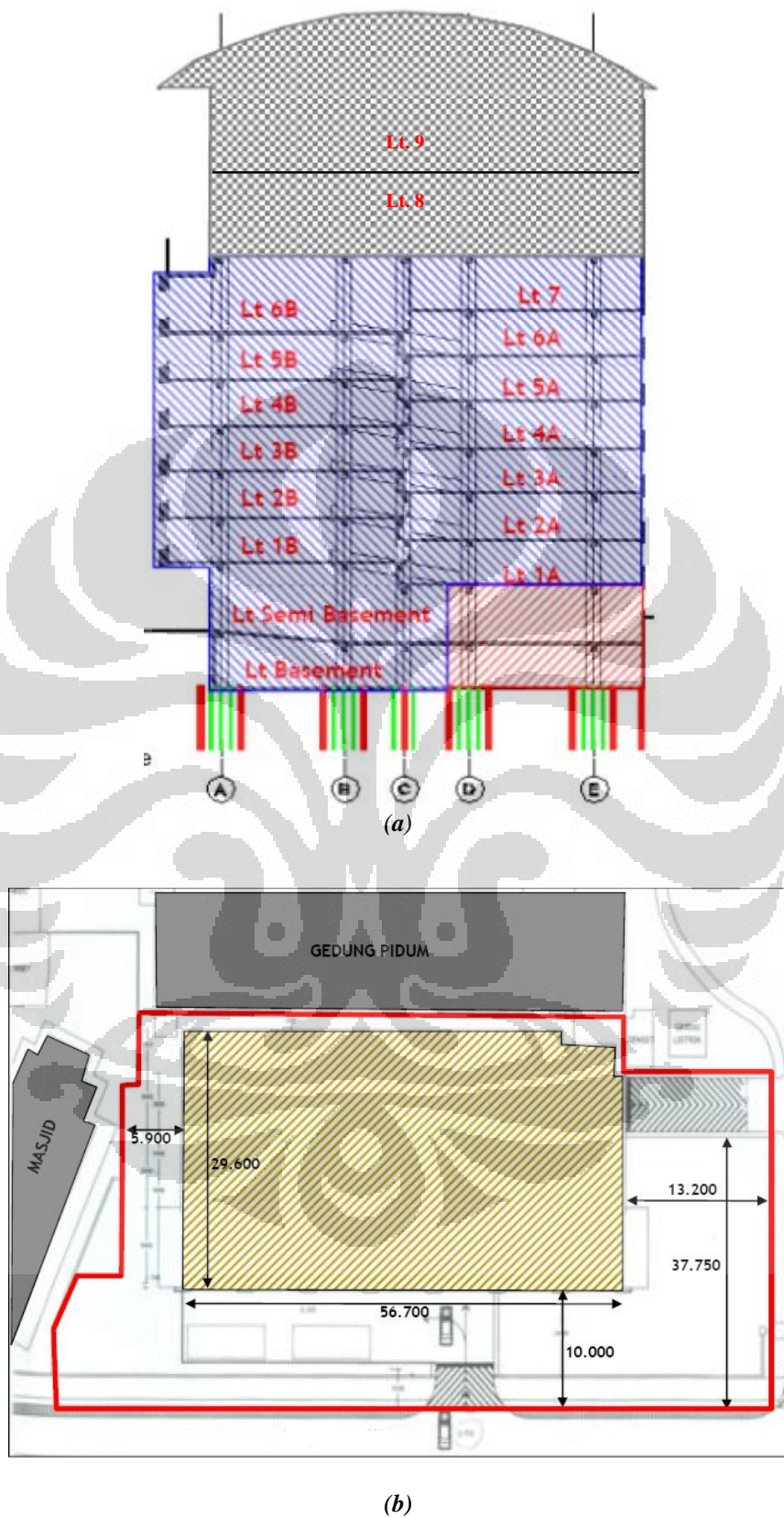
4.2.1 Data Pelanggan dan Konsultan

Tabel 4.1 Data Pelanggan dan Konsultan

Data Umum	Keterangan
Nama Proyek	Pembangunan Gedung Parkir XYZ
Pelaksana	PT. X
Nilai Kontrak	Rp. 48.638.000.000
Waktu Pelaksanaan	210 hari
Masa Pemeliharaan	180 hari kalender
Konsultan Struktur	PT. Adhika Karsa Pratama
Konsultan Arsitektur	PT. Adhika Karsa Pratama
Konsultan M/E	PT. Adhika Karsa Pratama
Konsultan MK	PT. Pancatrimas Arterindo
Suplier Besi Beton	PT. Cakra Steel
Suplier Beton	PT. Adhimix Precast
Suplier Bekisting	PT. Supradjaya & PT. PCH

4.2.2 Data Struktural

1	Luas lahan area proyek (m ²)	3.098,9
2	Keliling lahan keseluruhan (m')	255,1
3	Keliling lahan yang harus dipasang pagar (m')	255,1
4	Luas tapak bangunan (m ²)	1.551,2
5	Keliling tapak bangunan (m')	168,0
5	Jumlah Tower	1,0
6	Jumlah akses (bh)	1,0
7	Jumlah lantai	10lt + 1bsm



Gambar 4.2 Tampak Samping Gedung XYZ (a) dan Dimensi Lahan (b)

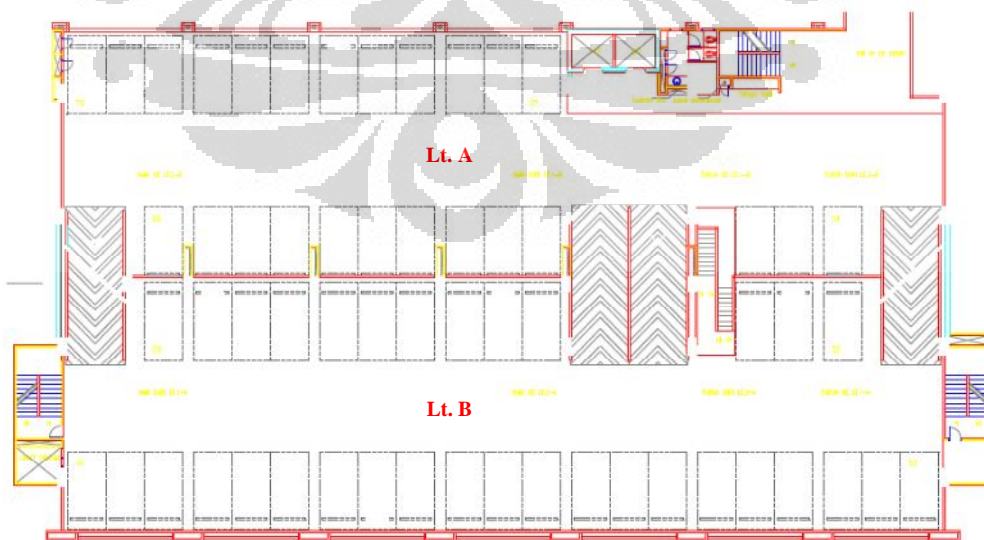
4.3 Spesifikasi Teknis Pelat

Pada penelitian ini akan dibahas mengenai spesifikasi pelat lantai yang terdapat pada gedung XYZ, yaitu tepatnya struktur pelat lantai 1 sampai lantai 7. Dapat dilihat pada gambar 4.2 (a), bahwa letak lantai A dan B saling berselang-seling dan memiliki beda ketinggian tertentu. Detail dimensi antar lantai tersebut akan dijabarkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Dimensi Antar Lantai Gedung XYZ

Posisi Lantai	Elevasi Dari 0.00 (mm)	Elv. Antar Lt.	Posisi Lantai	Elevasi Dari 0.00 (mm)	Elv. Antar Lt.	Elevasi Antar Lantai A-B	Elevasi Antar Lantai B-A
1A	2410	-	1B	3865	-	1455	2055
2A	5920	3510	2B	7225	3360	1305	2205
3A	9430	3510	3B	10585	3360	1155	2355
4A	12940	3510	4B	13945	3360	1005	2505
5A	16450	3510	5B	17305	3360	855	2655
6A	19960	3510	6B	20665	3360	705	2805
7A	23470	3510	7B	-	-	-	-

Dari segi desain gedung XYZ, lantai A dan lantai B memiliki luasan yang sedikit berbeda. Luasan dan posisi struktur lain, seperti balok, membuat pelat *precast* yang digunakan memiliki dimensi dan bentuk yang beragam bergantung dengan posisinya. Berikut ini adalah gambar denah lantai 1 sampai lantai 7 pada desain awal.



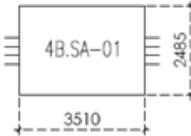
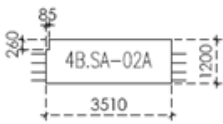
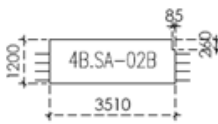
Gambar 4.3 Gambar Denah Lantai

Oleh karena adanya perubahan metode pelaksanaan pekerjaan pelat dengan menggunakan metode *half slab precast*, pihak kontraktor memberikan desain terbaru mengenai denah lantai dan posisi pemasangan pelat *precast* yang telah di pesan dengan dimensi tertentu. Gambar 4.5 dan 4.6 menunjukkan denah pelat untuk lantai A dan lantai B setelah didesain ulang. Di bawah ini akan dijelaskan desain detail dari pelat pada lantai A dan lantai B.

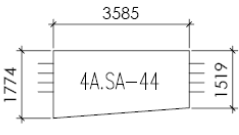
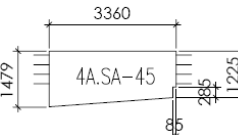
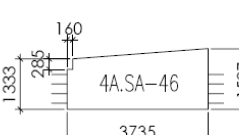
Tabel 4.3 Spesifikasi Teknis Pelat pada Lantai A dan Lantai B

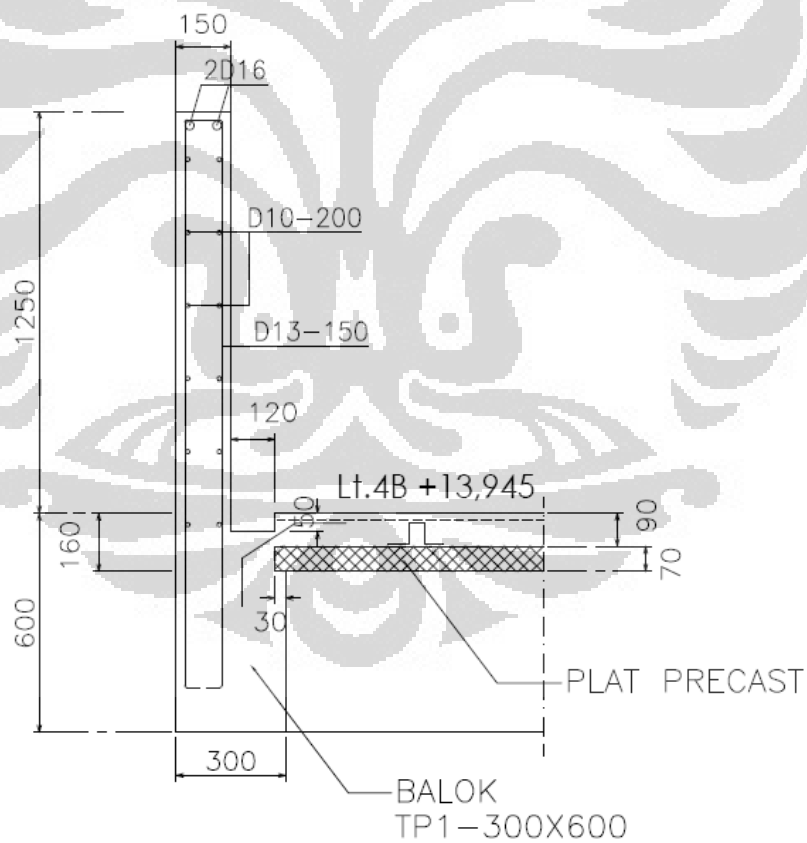
Jenis Struktur	Keterangan
Pelat lantai 1A-7	Luas lantai: 823,91 m ²
	Volume pengecoran: 115,34 m ³
	Mutu precast: K-450
	Mutu beton cor: K-250
	Tebal pelat precast: 70 mm
Pelat lantai 1B-6B	Tebal pelat cor: 90mm
	Luas lantai: 943,72 m ²
	Volume pengecoran: 132,12 m ³
	Mutu beton: K-450
	Mutu beton: K-250
	Tebal pelat precast: 70 mm
	Tebal pelat cor: 90mm

Tabel 4.4 Tipe Pelat Precast Yang Digunakan Pada Lantai 4B

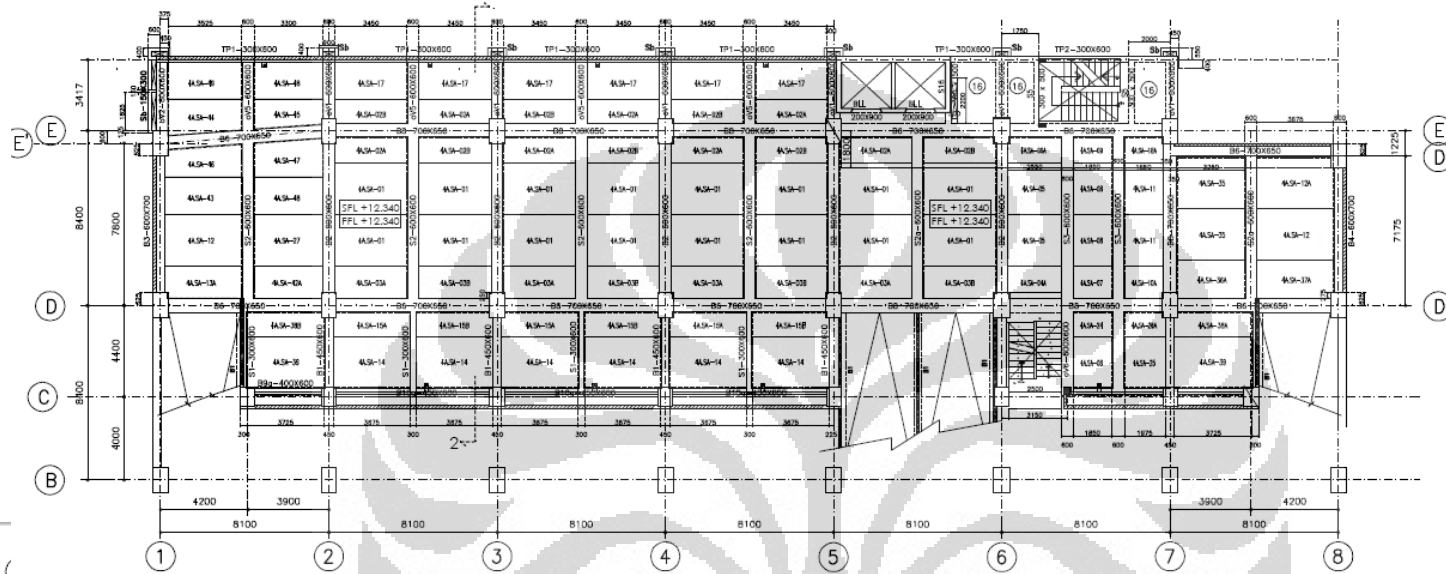
TYPE	4B.SA-01	4B.SA-02A	4B.SA-02B
PCS	20	10	10
DIMENSI PRESLAB			
T.SLAB	70	70	70
PC.WIRE	Ø5-143	Ø5-143	Ø5-143
W.ROD	Ø6-100	Ø6-100	Ø6-100
EXTRA	Ø6-143	Ø6-143	Ø6-143

Tabel 4.5 Tipe Pelat Precast Yang Digunakan Pada Lantai 4A

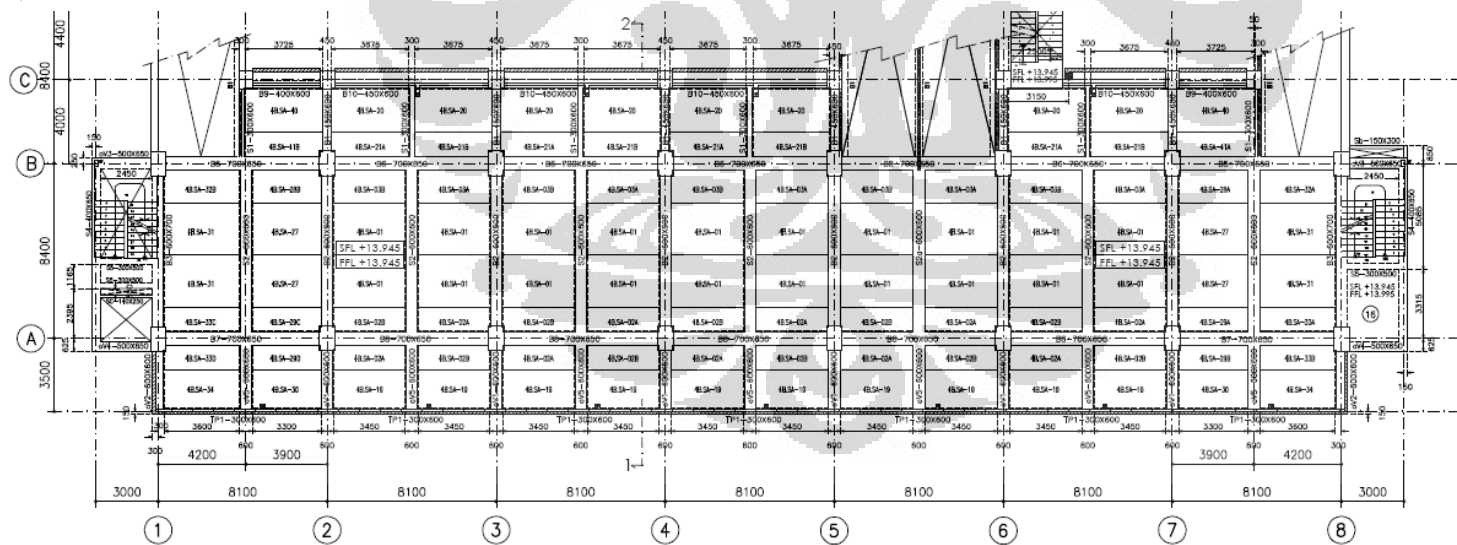
TYPE	4A.SA-44	4A.SA-45	4A.SA-46
PCS	1	1	1
DIMENSI PRESLAB			
T.SLAB	70	70	70
PC.WIRE	Ø5-143	Ø5-143	Ø5-143
W.ROD	Ø6-100	Ø6-100	Ø6-100
EXTRA	Ø6-143	Ø6-143	Ø6-143



Gambar 4.4 Potongan Pelat Precast Yang Digunakan Pada Lantai A dan B



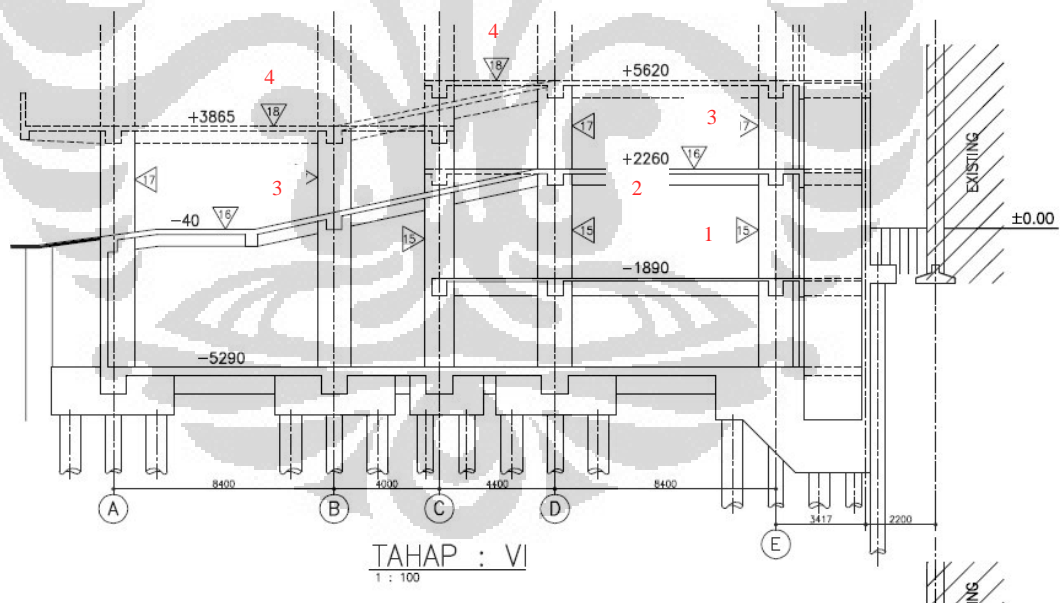
Gambar 4.5 Denah Pelat Lantai A



Gambar 4.6 Denah Pelat Lantai B

4.4 Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pelat

Proyek gedung XYZ menggunakan metode pelaksanaan pekerjaan pelat dengan teknologi *half slab precast*. Pada metode ini, pelat merupakan pelat komposit yang terdiri dari pelat *precast* dan pelat hasil pengecoran pada bagian *topping*. Pada awalnya pekerjaan pelat pada proyek gedung XYZ dirancang oleh konsultan perencana untuk dibangun dengan metode konvensional. Namun, pihak kontraktor mengusulkan digunakannya teknologi *half slab precast* dengan pertimbangan dibutuhkan waktu pelaksanaan yang lebih singkat, pemasangan yang lebih mudah, dan hasil yang lebih baik. Seperti proses konstruksi bangunan gedung bertingkat lainnya, pekerjaan pelat dilakukan setelah pekerjaan kolom dan waktunya bersamaan dengan pekerjaan balok. Dalam penelitian ini, pembahasan mengenai pelaksanaan pekerjaan pelat akan dibatasi hanya dari lantai 1 sampai lantai 7. Urutan pelaksanaan pekerjaan pelat dari lantai 1A sampai lantai 2A dapat dilihat pada gambar 4.7.



Gambar 4.7 Skema Urutan Pelaksanaan Pekerjaan Pelat Lt.1A sampai Lt.2A

Untuk melakukan pekerjaan pelat, pertama-tama harus dilaksanakan dahulu pekerjaan kolom yang menghubungkan lantai semi *basement* dan lantai 1A yang ditunjukkan oleh angka 1 pada gambar di atas. Setelah pembuatan kolom selesai, dilanjutkan dengan pemasangan bekisting untuk balok dan pelat yang

ditunjukkan dengan angka 2. Selanjutnya dilanjutkan dengan pembuatan kolom lagi, kemudian pekerjaan pelat dan balok lagi. Urutan tersebut berlaku seterusnya sampai lantai 7.

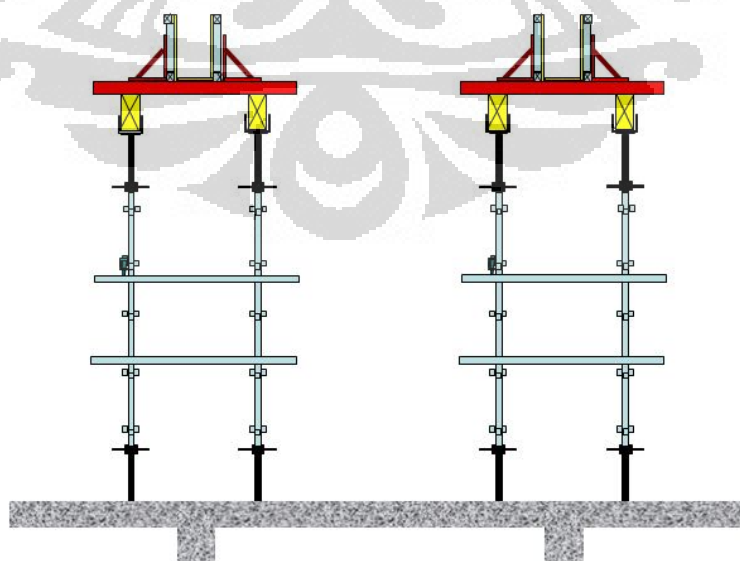
Pada penelitian ini penjelasan metode pelaksanaan akan difokuskan pada pekerjaan pelat, yang menjadi pokok bahasan bagi penelitian ini. Adapun proses pelaksanaannya akan dijelaskan pada subbab di bawah ini.

4.4.1 Pemasangan Perancah dan Bekisting Balok

Seperti yang telah kita ketahui, bahwa pekerjaan pelat dapat dilakukan setelah memulai dahulu pekerjaan balok, seperti pemasangan perancah dan bekisting balok. Pemasangan perancah dan bekisting balok di lapangan dapat dilakukan setelah pekerjaan pengecoran kolom yang menghubungkan lantai yang sedang ditinjau dengan lantai yang ada di bawahnya selesai.

Setelah pengecoran selesai, kolom akan didiamkan beberapa hari untuk proses *curing*. Pada saat itu bekisting kolom akan diangkat dan selanjutnya mulai dipasang perancah untuk penyangga bekisting balok.

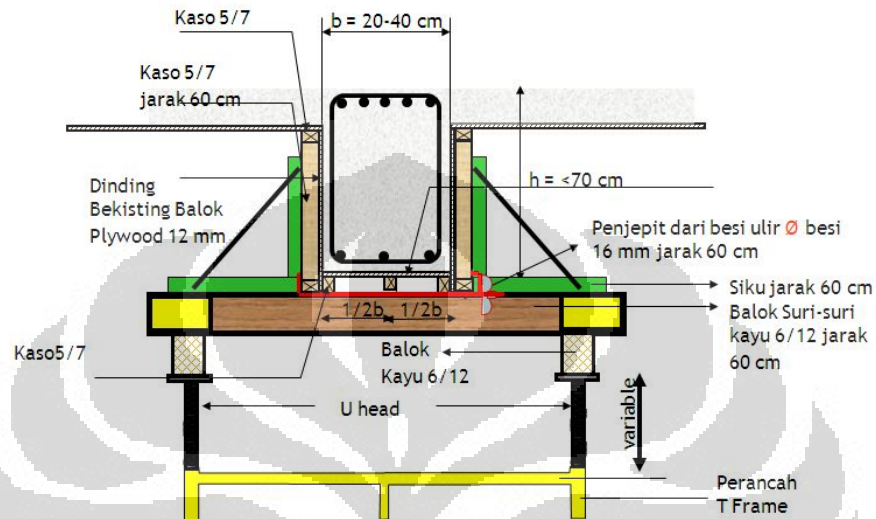
Sementara itu bekisting balok yang masih menggunakan bekisting konvensional sedang dirakit di lokasi lain. Setelah perancah balok siap dan telah dilakukan pengecekan posisi dan elevasi, dipasanglah bekisting balok yang telah dirangkai tadi pada posisi yang telah direncanakan.



Gambar 4.8 Pemasangan Perancah dan Bekisting Balok

4.4.2 Pemasangan Tulangan Balok

Kemudian, rangkaian tulangan balok yang telah dirakit di tempat lain diletakkan pada bekisting balok tersebut sesuai dengan desain yang telah ditentukan oleh pihak perencana.



Gambar 4.9 Bekisting Balok dan Tulangan Yang Telah Terpasang

4.4.3 Pemasangan *Preslab*

Setelah tulangan balok terpasang, tahap selanjutnya adalah melakukan pemasangan pelat *precast preslab*. Proyek gedung XYZ menggunakan pelat *precast preslab* yang diproduksi oleh PT. Adhimix Precast sesuai dengan desain ukuran dan bentuk yang telah dirancang oleh pihak kontraktor serta telah disetujui konsultan Manajemen Konstruksi dari segi kekuatan strukturnya. Pelat *precast preslab* tersebut telah didistribusikan ke dalam proyek XYZ beberapa hari sebelum rencana dilaksanakannya pemasangan pelat. Sehingga pada saat pemasangan berlangsung, pelat *precast* yang sudah tersedia di tempat penumpukan langsung diangkat dengan menggunakan *tower crane*. Metode pelaksanaannya adalah sebagai berikut:

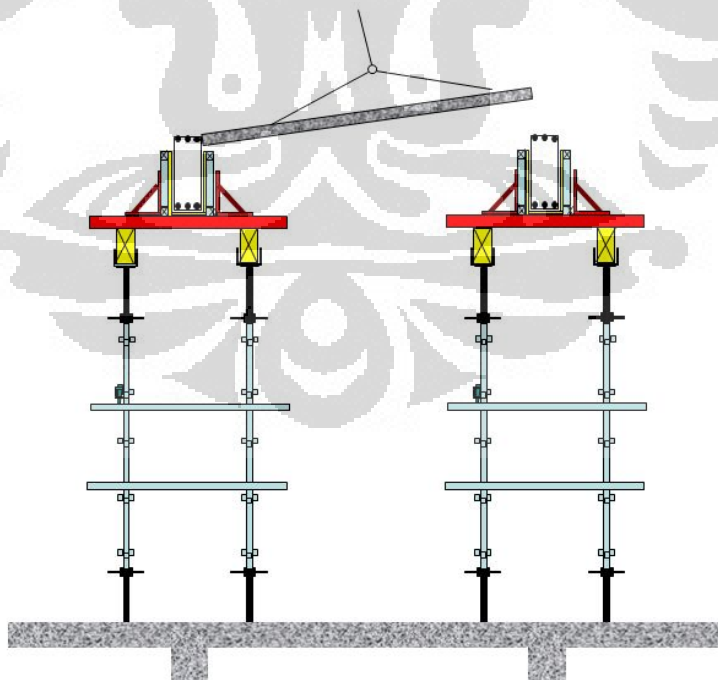
- Siapkan dan beri tanda (*marking*) jarak pemasangan *preslab* sesuai dengan gambar pemasangan di lokasi yang telah siap untuk dipasang *preslab*.

- Siapkan dan pasang kail angkat serta *slink* baja pada lokasi *handling loop* *preslab* yang tersedia
- *Preslab* diturunkan secara perlahan apabila telah berada pada lokasi yang akan dipasang



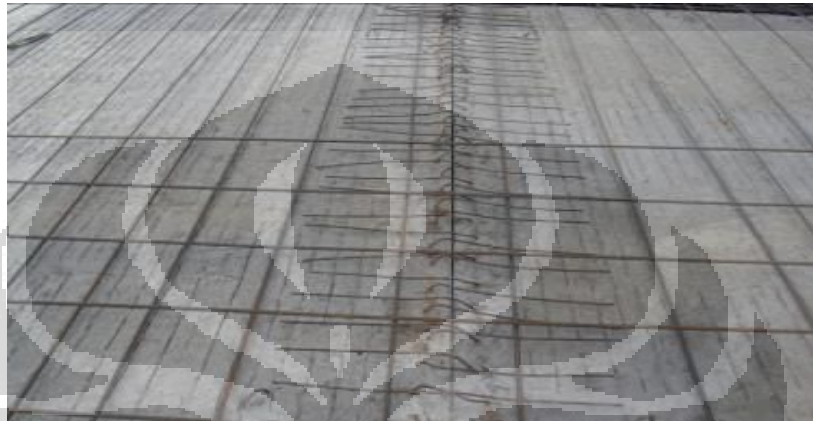
Gambar 4.10 Pemasangan *Preslab* Dilakukan Secara Perlahan

- Ujung *preslab* diletakkan pada bekisting balok yang sudah terikat tulungannya dan sesuaikan pada tanda yang ada



Gambar 4.11 Pemasangan *Preslab* Pada Bekisting Balok

- Setelah *overlength PC wire* masuk dan *bearinglength* dari dudukan *preslab* pada bekisting balok $\pm 2,5$ cm, maka sisi *preslab* yang lain dapat diturunkan
- Buka tekuk tulangan transfer *preslab* ke arah luar secara lurus dan tidak menumpuk satu sama lainnya, dimana hal ini berfungsi sebagai stek pengikat antar panel *preslab* pada saat pengecoran *topping*.

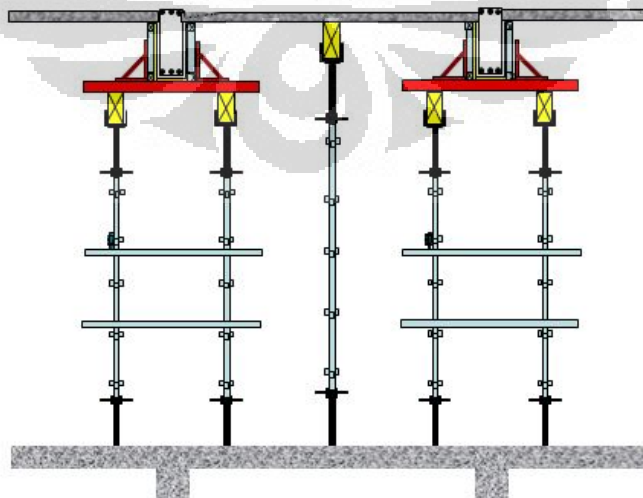


Gambar 4.12 Stek Pengikat Antar Panel Preslab

- Ulangi pekerjaan pemasangan hingga terpasang semua.

4.4.4 Pemasangan *Shoring Preslab*

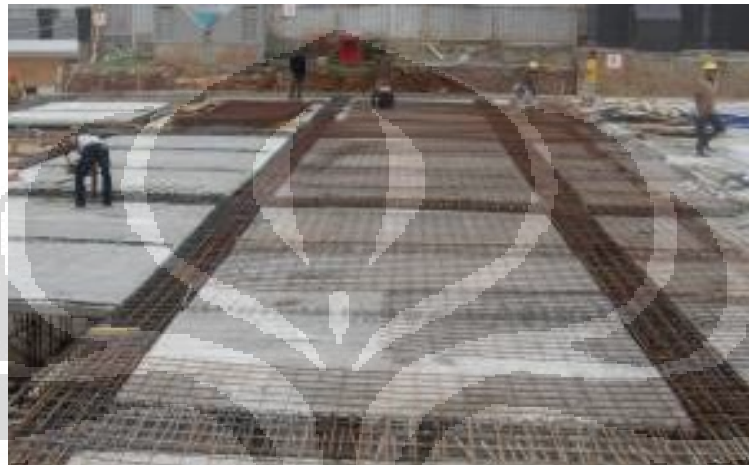
Setelah pemasangan *preslab* selesai, selanjutnya dilakukan pemasangan penyangga *preslab* (*shoring*). Hal ini dilakukan agar posisi *preslab* yang telah dipasang tadi stabil pada posisinya saat proses pengecoran sampai *curing* pelat selesai.



Gambar 4.13 Pemasangan *Shoring* Antar Panel *Preslab*

4.4.5 Pemasangan Tulangan Pelat

Pada proyek gedung XYZ ini digunakan tulangan pelat yang sudah terakit di luar proyek, dalam bentuk *wiremesh*. Hal ini dilakukan untuk mempersingkat waktu pelaksanaan perakitan tulangan pelat dan menghemat penggunaan tenaga kerja pembesian. Diameter tulangan yang digunakan dan jarak spasinya bergantung pada tipe *preslab* yang digunakan dan telah dihitung oleh pihak perencana.



Gambar 4.14 Pemasangan Tulangan Wiremesh di Atas Preslab

Tulangan yang sudah digelar di atas preslab tersebut kemudian dihubungkan dengan kawat-kawat penghubung agar keseluruhan tulangan tersebut terangkai dengan rapih dan sesuai gambar rencana. Jika seluruh tulangan *wiremesh* telah terpasang dengan sesuai, pengecoran siap dilakukan.

4.4.6 Pengecoran Balok dan *Topping* Pelat

Proses pengecoran balok dan pelat pada proyek ini dilakukan secara bersama-sama. *Ready mix* yang sudah dipesan dan diantarkan pada waktu yang telah disepakati tersebut diantarkan dengan menggunakan truk *mixer*. Adapun pengangkutannya di dalam proyek dilakukan dengan menggunakan *concrete bucket* dan dipindahkan ke lokasi pengecoran dengan menggunakan *tower crane*.

Campuran beton dituang dari *concrete bucket* dengan bantuan pekerja di lapangan. Campuran beton tersebut dituangkan di atas pelat sambil dilakukan pendorongan dengan alat pendorong ke arah pelat dan balok. Dilakukan juga penggetaran dengan bantuan vibrator agar seluruh ruang dalam bekisting tersebut

terisi merata. Penuangan campuran beton terus dilakukan sampai volume yang direncanakan tercapai. Dilanjutkan dengan penggetaran dan perataan pelat lantai sesuai dengan elevasi yang direncanakan.



Gambar 4.15 Penuangan Campuran Beton Sebagai Topping Pelat

Setelah pengecoran selesai, pelat didiamkan selama beberapa jam sebelum akhirnya ditaburi *floor hardener* dan diratakan dengan *trowel*. Proses selanjutnya adalah proses *curing* pelat dan balok dalam posisi ditahan oleh perancah di bawahnya sampai waktu yang ditentukan.

4.5 Kesimpulan

Pada bab ini dijelaskan tentang gambaran umum proyek gedung XYZ yang merupakan sebuah bangunan gedung bertingkat yang terdiri dari 10 lantai dan 1 *basement*. Bangunan ini adalah sebuah gedung parkir yang didirikan oleh perusahaan pemiliknya untuk menjamin kenyamanan para pengunjung gedung tersebut dalam hal ketersediaan lahan parkir.

Penelitian ini difokuskan pada pekerjaan pelat yang berlangsung di proyek gedung XYZ, di mana metode pelaksanaannya menggunakan metode *half slab precast*. Pada metode ini, pelat merupakan pelat komposit yang terdiri dari pelat *precast* dan pelat hasil pengecoran pada bagian *topping*.

Tahap pelaksanaan pembuatan pelat ini terdiri dari beberapa tahap, yaitu pemasangan perancah dan bekisting balok, pemasangan tulangan balok, pemasangan *preslab*, pemasangan *shoring preslab*, pemasangan tulangan pelat, dan yang terakhir pengecoran balok dan *topping* pelat.

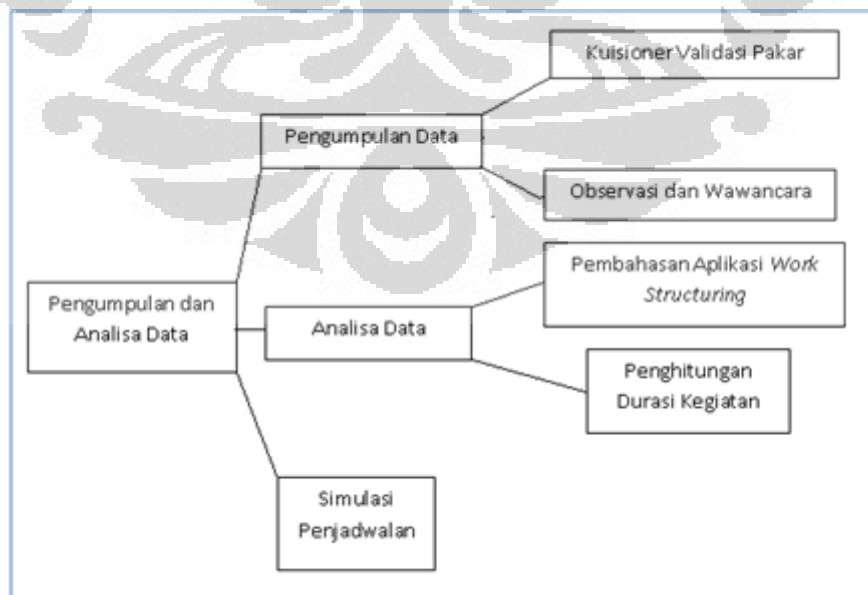
BAB 5

PENGUMPULAN DATA DAN ANALISIS DATA

5.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai tahapan penelitian yang terdiri dari pengumpulan data dan analisis data. Tahapan pengumpulan data dimulai dari penyerahan kuisioner verifikasi dan validasi variabel *work structuring* kepada pakar untuk melihat kelayakan penerapan variabel aplikasi *work structuring* tersebut dalam proses konstruksi yang berlangsung di Indonesia. Sementara untuk pengumpulan data proyek sendiri dilakukan secara langsung melalui pengamatan di lapangan, wawancara dengan manajer proyek, dan melalui studi data-data yang dimiliki oleh pelaksana proyek itu sendiri.

Tahap selanjutnya untuk analisa data dilakukan pembahasan proses *work structuring* berdasarkan aplikasi yang digunakan pada proyek yang dijadikan lokasi studi kasus. Tentunya pembahasan tersebut dibatasi hanya pada pekerjaan pelat, sesuai dengan tujuan penelitian yang hanya memfokuskan aplikasi *work structuring* pada pekerjaan pelat. Setiap pembahasan akan dikaitkan dengan waktu pelaksanaan pekerjaan yang nantinya akan digunakan sebagai bahan penyusunan jadwal proyek yang baru yang akan dilakukan selanjutnya.



Gambar 5.1 Pembahasan Bab 5 Mengenai Pengumpulan dan Analisa Data

5.2 Pengumpulan Data

Pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan melalui beberapa cara, yang akan dijelaskan pada subbab di bawah ini.

5.2.1 Kuisisioner Verifikasi dan Validasi Pakar

Dalam tahap ini dilakukan validasi variabel penelitian oleh beberapa pakar yang memiliki kriteria tertentu baik dari bidang akademis maupun praktisi untuk mengetahui pendapat para pakar mengenai kelayakan penerapan variabel aplikasi *work structuring* tersebut dalam proses konstruksi yang berlangsung di Indonesia. Dari wawancara dengan beberapa pakar tersebut maka diperoleh beberapa masukan ataupun komentar yang berkaitan dengan variabel yang disajikan. Contoh hasil kuisisioner yang telah diisi oleh para pakar dapat dilihat pada lampiran 1. Jumlah pakar yang didapat untuk penelitian ini sebanyak 3 orang yang terdiri dari seorang pakar dari akademisi, dua orang pakar praktisi dari perusahaan kontraktor, dan perusahaan *precast*.

5.2.1.1 Latar Belakang Pakar

Data dari pakar dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 5.1 Data Umum Pakar

No	Pakar	Pengalaman Kerja	Jabatan Sekarang	Pendidikan Terakhir
1	Pakar 1	30	Akademisi	S2
2	Pakar 2	21	Praktisi	S1
3	Pakar 3	15	Praktisi	S1

5.2.1.2 Hasil Kuisisioner Pakar

Berdasarkan ketiga pakar yang memberikan penilaiannya terhadap variabel aplikasi *work structuring* yang biasa digunakan dan berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan proyek, didapatkan bahwa ada beberapa variabel yang mendapat pernyataan tidak setuju. Variabel tersebut adalah aplikasi- aplikasi yang para pakar anggap tidak sesuai bila dilaksanakan di proyek yang selama ini pernah dilaksanakan. Sementara itu, beberapa variabel yang telah disetujui oleh pakar dan

dapat dilihat secara nyata pelaksanaannya pada proyek yang dijadikan lokasi studi kasus akan dijabarkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.2 Beberapa Variabel Yang Disetujui dan Diterapkan dalam Proyek

Variabel	Kode	Komentar/Tanggapan
Menyusun proses alir pekerjaan pada lokasi proyek	X7	Proses alir pekerjaan harus sudah disusun pada saat perencanaan dan dilaksanakan sesuai <i>schedule</i> proyek
Menyederhanakan lokasi proyek sebagai lokasi pemasangan komponen-komponen yang telah dirakit di luar lokasi proyek	X8	Lebih optimal jika material yang sudah dalam bentuk jadi, masuk ke dalam proyek
Mengurangi perubahan-perubahan (<i>variability</i>) yang bersifat buruk	X10	Harus dibuat perencanaan metode untuk mengurangi perubahan yang bersifat buruk
Meningkatkan keselamatan dalam proses pelaksanaan proyek	X11	Pelaksanaan konstruksi memang harus <i>zero accident</i>
Mengurangi tahapan proses pelaksanaan dalam proyek	X18	Lebih tepatnya mempersingkat waktu tahapan pelaksanaan dalam proyek
Memanfaatkan teknologi yang dapat mengurangi waktu proses pelaksanaan (<i>processing times</i>)	X19	Dibuat inovasi dalam proses pelaksanaan
Merencanakan ulang produk yang ingin dicapai untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat	X20	Dibuat inovasi dalam proses pelaksanaan

5.2.2 Observasi dan Wawancara

Proses wawancara dilakukan terhadap manajer proyek untuk meminta keterangan tentang proses pelaksanaan yang berlangsung di lapangan dan seputar pelaksanaan *work structuring* yang dilaksanakan pada proyek tersebut. Seperti

yang telah dijelaskan pada bab 3, bahwa dalam pelaksanaan wawancara ini peneliti akan menanyakan beberapa pertanyaan yang sudah disusun sebelumnya. Berikut ini adalah hasil wawancara dengan manajer proyek yang bersangkutan.

8. Melalui wawancara dengan manajer proyek, tiga variabel dominan yang diterapkan pada proyek pembangunan gedung XYZ dengan tujuan memberikan efisiensi waktu pelaksanaan proyek tersebut adalah menyederhanakan lokasi proyek sebagai lokasi pemasangan komponen-komponen yang telah dirakit di luar lokasi proyek, memanfaatkan teknologi yang dapat mempersingkat waktu proses pelaksanaan, dan merencanakan ulang produk yang ingin dicapai untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat. Ketiga bentuk penerapan *work structuring* tersebut dapat dirangkum dalam penggunaan pelat precast yang dipasang secara *half-slab* yang telah dilaksanakan pada proyek tersebut. Proses pelaksanaannya dapat dilihat pada hasil observasi lapangan.
9. Bila dilihat dari proyek sebelumnya yang sifatnya sejenis, memang penerapan beberapa aplikasi *work structuring* di atas dapat dikatakan belum banyak dilakukan oleh kontraktor yang sama. Hal tersebut biasanya akibat tidak sesuainya keinginan pemilik proyek dengan usulan yang disampaikan. Adapun salah satu proyek yang menerapkannya adalah proyek Departemen Kesehatan RI.
10. Menurut manajer proyek, dasar pemilihan penggunaan *precast* yang dipasang secara *half-slab* pada pelaksanaan pekerjaan pelat gedung ini adalah lebih ke arah segi penampilan secara arsitektur dan keperluan utilitas bangunan. Penggunaan *half slab precast* adalah metode yang disetujui oleh pemilik gedung karena dianggap memenuhi tampilan akhir pelat yang diinginkan dan diharapkan dapat memberikan efisiensi waktu pelaksanaan proyek tersebut.
11. Pada pelaksanaan pekerjaan pelat dengan menggunakan metode konvensional, tahapan pelaksanaannya terdiri dari pekerjaan pemasangan perancah dan bekisting pelat, pekerjaan pembesian pelat dan balok, serta diakhiri dengan pekerjaan pengecoran pelat dan balok. Berdasarkan pengalaman pada proyek yang telah dilaksanakan sebelumnya, hasil

perhitungan durasi yang dibutuhkan untuk melaksanakan tiap pekerjaan tersebut dalam satu zona adalah 5 hari untuk pemasangan perancah dan bekisting, 4 hari untuk pembesian pelat dan balok, serta 1 hari untuk pengecoran. Sehingga total waktu pelaksanaan pekerjaan pelat dan kolom dalam satu zona adalah sebanyak 7 hari per zonanya. Secara keseluruhan, durasi total yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan struktur pada bangunan XYZ adalah 15 minggu.

12. Setelah dilakukan *work structuring*, digunakanlah *half slab precast* dalam pelaksanaan pekerjaan pelat gedung XYZ. Tahapan pelaksanaan pekerjaan pelat dengan *half slab precast* ini terdiri dari pekerjaan pemasangan bekisting balok, pekerjaan pembesian pelat dan balok, pekerjaan pemasangan *precast*, serta pekerjaan pengecoran pelat dan balok. Berdasarkan hasil perencanaan manajer proyek, didapatkan bahwa durasi yang dibutuhkan dalam melaksanakan pekerjaan tiap zonanya adalah 2,5 hari untuk pemasangan bekisting, 2,5 hari untuk pembesian pelat dan balok, 1 hari untuk pemasangan *precast*, serta 1 hari untuk pengecoran pelat dan balok. Sehingga total waktu pelaksanaan pekerjaan pelat dan kolom dalam satu zona adalah sebanyak 5 hari per zonanya. Secara keseluruhan, diperkirakan durasi total yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan struktur pada bangunan XYZ adalah 12 minggu.
13. Dari segi sumber daya yang digunakan, menurut manajer proyek gedung XYZ, terdapat penghematan dari sisi tenaga kerja yang digunakan. Penghematan ini terjadi karena adanya pengurangan volume komponen-komponen struktur pelat yang biasanya dikerjakan secara konvensional, kini beralih menggunakan *half slab precast*. Peran terbesar terdapat pada alat *tower crane* yang sangat dibutuhkan dalam akomodasi material dari tempat penyimpanan ke lokasi pemasangan. Penggunaan *tower crane* ini menjadi lebih maksimum dibandingkan dengan metode konvensional. Namun, hal tersebut tidak menjadi masalah, mengingat alat tersebut memang disewa perbulannya oleh pihak kontraktor sehingga tidak dibutuhkan biaya tambahan. Dari segi biaya memang sedikit meningkat akibat pembelian *precast* dari produsen *precast* yang telah terikat kontrak.

- Adapun kendala yang dialami selama proses pelaksanaan adalah adanya sempit adanya keterlambatan pengiriman pelat *precast* ke lokasi proyek akibat ketidakmampuan produsen pelat dalam memproduksi pelat *precast* sesuai dengan kebutuhan sehingga mengakibatkan waktu pelaksanaan sedikit mulur dari jadwal rencana.

Proses observasi dilakukan untuk memperoleh pengamatan langsung terhadap metode pelaksanaan di lapangan. Hasil yang didapatkan berupa foto-foto pelaksanaan pekerjaan pelat di lapangan. Beberapa foto pelaksanaan di lapangan dapat dilihat di bawah ini. Untuk lebih lengkapnya akan dilampirkan pada lampiran 4.



Gambar 5.2 Pemasangan Perancah Bekisting Balok



Gambar 5.3 Pemasangan Pelat Preslab Di Atas Bekisting Balok



Gambar 5.4 Pemasangan Shoring Pada Pelat Preslab



Gambar 5.5 Pemasangan Wiremesh Pada Pelat



Gambar 5.6 Pengecoran Topping Pelat

5.3 Analisis Data

Pada tahap analisa data ini akan dilakukan pembahasan beberapa aplikasi *work structuring* pada proyek yang dijadikan lokasi studi kasus dan perhitungan durasi dari setiap kegiatan yang dilakukan yang akan dijadikan *input* bagi penyusunan jadwal pelaksanaan pekerjaan pelat yang baru. Adapun beberapa aplikasi *work structuring* pada pelaksanaan pekerjaan pelat tersebut antara lain menyederhanakan lokasi proyek sebagai lokasi pemasangan komponen-komponen yang telah dirakit di luar lokasi proyek, memanfaatkan teknologi yang dapat mempersingkat waktu proses pelaksanaan (*processing times*), dan merencanakan ulang produk yang ingin dicapai untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat. Secara keseluruhan, penerapan tersebut terangkum dalam suatu metode pelaksanaan proyek gedung XYZ yang menggunakan metode *half slab precast*, dimana tahapan pelaksanaannya telah dijelaskan pada bab sebelumnya.

Pemilihan metode *half slab precast* dilakukan oleh pihak kontraktor dengan maksud untuk melakukan inovasi pada proses pelaksanaan pekerjaan pelat bangunan gedung bertingkat yang pada proyek serupa sebelumnya dilaksanakan dengan metode konvensional. Proyek gedung XYZ adalah proyek gedung bertingkat yang memiliki sifat pekerjaan yang dilakukan secara berulang, sehingga satu rancangan proses pelaksanaan pada satu model pekerjaan akan mempengaruhi hasil akhirnya. Misalnya, proses pelaksanaan pekerjaan pelat pada lantai 1A akan berulang pada lantai 2A, 3A, dan seterusnya. Sehingga waktu pelaksanaan merupakan durasi per lantai dikali lipat dengan jumlah lantai yang ada.

Disinilah peran *work structuring* akan sangat dibutuhkan untuk menghasilkan proses pelaksanaan yang lancar dan dapat memberikan efisiensi waktu pelaksanaan proyek.

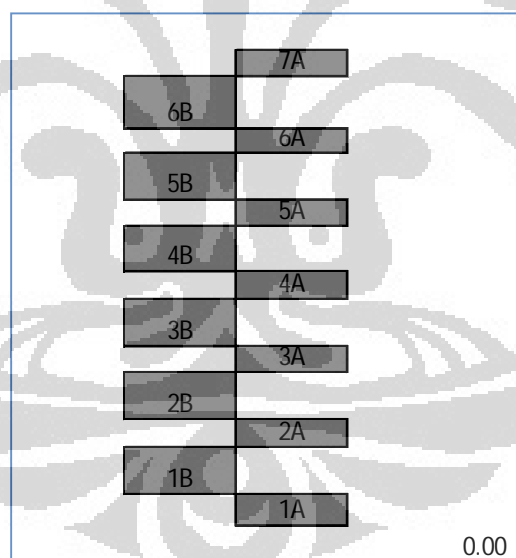
Awalnya proyek ini direncanakan menggunakan metode konvensional yang berdasarkan perencanaan awal dari pengalaman proyek serupa sebelumnya, proses pelaksanaan pekerjaan struktur berlangsung selama 15 minggu. Pekerjaan struktur tersebut terdiri dari pekerjaan *basement*, *semi-basement*, dan pekerjaan lantai 1 sampai 7. Untuk pekerjaan struktur lantai 1-7 pada proyek gedung XYZ membutuhkan waktu ± 8 minggu. Jika menggunakan metode *half slab precast*,

pihak kontraktor merencanakan akan menyelesaikan pekerjaan struktur atas selama ± 6 minggu.

Pada subbab ini akan dibahas durasi setiap tahap dalam pekerjaan lantai dengan metode *half slab precast* sebagai hasil perencanaan proses pelaksanaan sesuai dengan teori *work structuring*. Berikut ini penjelasan yang lebih detail mengenai perbandingan waktu pelaksanaan pekerjaan pelat dengan metode *half slab precast* terhadap metode konvensional pada proyek ini.

5.3.1 Estimasi Durasi Pelaksanaan Pekerjaan Pelat

Pembahasan pekerjaan pelat pada penelitian ini dibatasi hanya pada lantai 1A sampai lantai 7 dan lantai 1 B sampai 6B. Dimana bila dilihat dari samping kanan gedung, lantai A berada di sebelah kanan dan lantai B berada di sebelah kiri. Pekerjaan pelat pada lantai A dikerjakan terlebih dahulu, baru dilanjutkan dengan lantai B setelah beberapa waktu kemudian..



Gambar 5.7 Gambaran Posisi Setiap Lantai A dan B

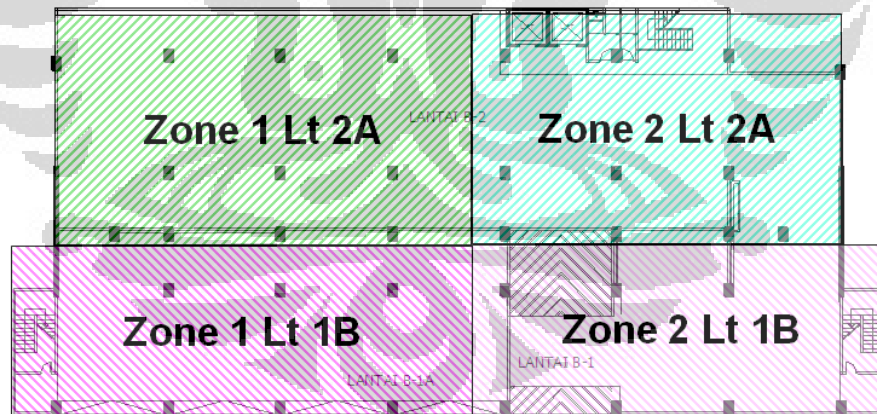
Dasar pembagian pekerjaan setiap lantainya menjadi dua zona berdasarkan hasil perhitungan kapasitas cor per hari yang dapat dilakukan di proyek ini dengan sumber daya yang tersedia.

Proses perhitungan dalam pembagian zona dapat dilihat di bawah ini:

Pekerjaan Pengecoran Pelat Lantai

Luas lantai 1B	=	943,72	m ²
Volume beton	=	144,92	m ³
Kapasitas cor	=	100	m ³ /hari
Pembagian zone	=	$\frac{144,92}{100}$	
	=	1,5 zone	= 2 zone

Luas lantai 2A	=	823,91	m ²
Volume beton	=	129	m ³
Kapasitas cor	=	100	m ³ /hari
Pembagian zone	=	$\frac{129}{100}$	
	=	1,3 zone	= 2 zone



Gambar 5.8 Pembagian Zona Dalam Pelaksanaan Pekerjaan Tiap Lantai

Diasumsikan dalam pelaksanaan pekerjaan setiap lantainya menggunakan jumlah sumber daya yang sama. Sedangkan jumlah bekisting yang disediakan adalah sejumlah empat set, dengan pembagian dua set untuk lantai A dan dua set lagi untuk lantai B. Diperlukan dua set bekisting pada setiap lantainya dengan

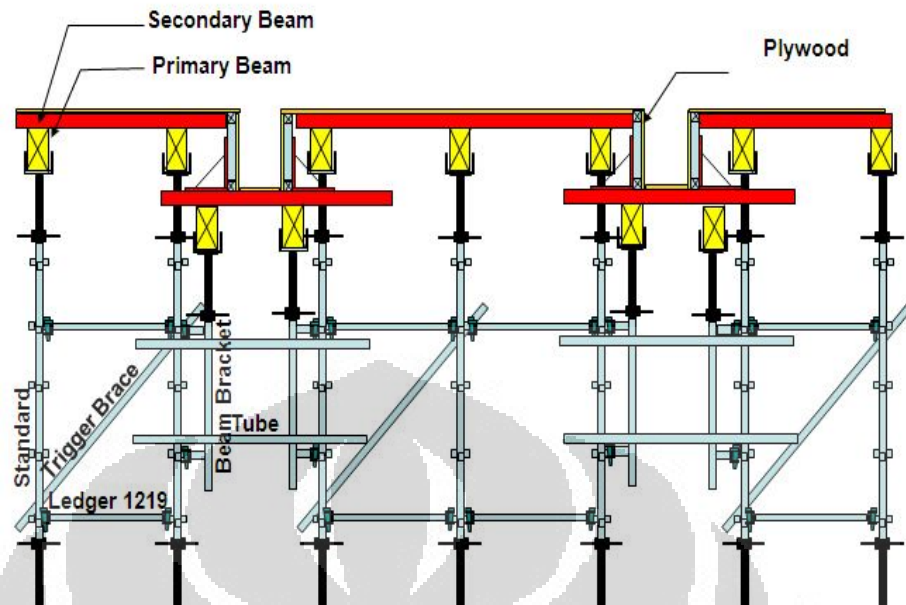
pertimbangan pada saat lantai kedua mulai dikerjakan pekerjaan pelat, bekisting pada lantai 1 masih digunakan sebagai penahan hasil pengecoran dan baru akan dilepas ketika mencapai waktu kurang lebih 14 hari karena dianggap beton sudah dapat menahan beban sendiri dan beban yang ada di atasnya. Sehingga bekisting pada lantai 1 akan dilepaskan ketika akan digunakan untuk pengecoran pelat pada lantai 3. Untuk pengecoran pelat di lantai 2 akan digunakan set bekisting lainnya.

Perhitungan durasi pekerjaan pelat yang akan dihitung per lantai nantinya juga termasuk pekerjaan balok dan kolom yang tidak bisa dipisahkan dari perhitungan durasi total pekerjaan pelat karena merupakan kegiatan yang saling terkait.

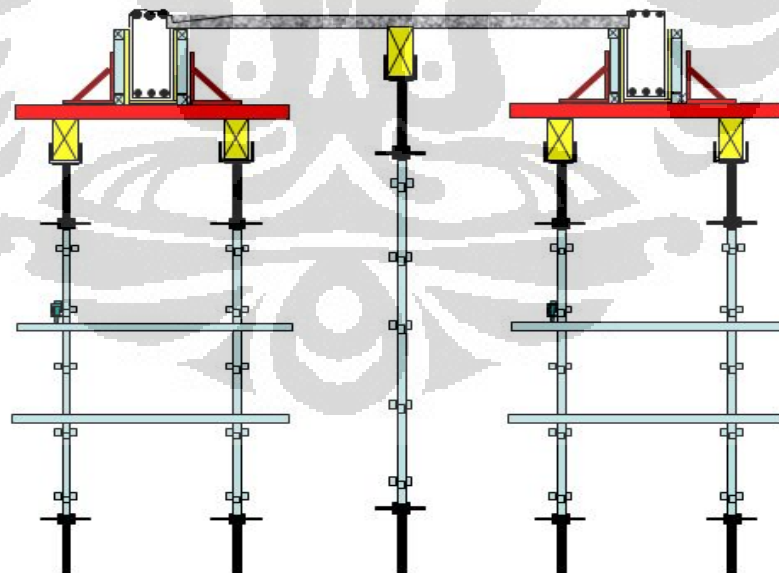
5.3.1.1 Durasi Pemasangan Perancah dan Bekisting Balok-Pelat

Tahap pertama dalam pelaksanaan pekerjaan pelat konvensional adalah pemasangan perancah dan bekisting balok. Dimana pada metode yang sebelumnya pemasangan perancah dan bekisting dilakukan tidak hanya pada balok, tapi juga pelat. Pada metode konvensional, perancah yang digunakan adalah satu set perancah yang terdiri dari penopang bekisting balok dan bekisting pelat. Perancah model ini memiliki kesukaran tersendiri dalam pemasangannya, mengingat banyaknya jumlah *item* yang harus disatukan di sepanjang lokasi pekerjaan sehingga membutuhkan waktu yang tidak sebentar untuk merakitnya. Berbeda dengan perancah yang digunakan dalam metode *half slab precast* yang memiliki model lebih sederhana karena hanya digunakan untuk menahan struktur baloknya saja. Sedangkan struktur pelat hanya ditahan dengan *shoring* yang lebih sederhana bentuknya dan membutuhkan waktu yang lebih singkat dalam pemasangannya.

Selain itu, dalam metode konvensional yang menggunakan bekisting kayu, bekisting yang harus dirakit masih berupa bekisting balok dan bekisting pelat. Dengan menggunakan metode *half slab precast*, bekisting yang harus dirakit hanya berupa bekisting balok yang tentunya akan memberikan penghematan waktu pelaksanaan.



Gambar 5.9 Jenis Perancah dan Bekisting yang Digunakan Metode Konvensional



Gambar 5.10 Jenis Perancah dan Bekisting yang Digunakan Metode Half Slab Precast

Berikut ini adalah perhitungan durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting pelat dengan yang diterapkan pada proyek ini.

Durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting pelat konvensional Lt.A

Volume pekerjaan pelat	=	784,87	m ²
Volume pekerjaan balok	=	653,52	m ²
Volume total	=	1438,39	m ²
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	719,195	m ²
Kapasitas produksi/hari/org	=	5	m ²
Jumlah pekerja	=	25	org
Durasi yang dibutuhkan	=	5,75	hari
	≈	6	Hari/Zn

Durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting pelat HSP Lt.A

Volume pekerjaan pelat	=	0	m ²
Volume pekerjaan balok	=	653,52	m ²
Volume total	=	653,52	m ²
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	326,76	m ²
Kapasitas produksi/hari/org	=	10	m ²
Jumlah pekerja	=	13	org
Durasi yang dibutuhkan	=	2,5	hari
	≈	3	Hari/Zn

Durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting pelat konvensional Lt.B

Volume pekerjaan pelat	=	905,73	m ²
Volume pekerjaan balok	=	686,8	m ²
Volume total	=	1592,53	m ²
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	796,265	m ²
Kapasitas produksi/hari/org	=	5	m ²
Jumlah pekerja	=	26	org
Durasi yang dibutuhkan	=	6,13	hari
	≈	6	Hari/Zn

Durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting pelat HSP Lt.B

Volume pekerjaan pelat	=	0	m ²
Volume pekerjaan balok	=	686,8	m ²
Volume total	=	686,8	m ²
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	343,4	m ²
Kapasitas produksi/hari/org	=	10	m ²
Jumlah pekerja	=	13	org
Durasi yang dibutuhkan	=	2,64	hari
	≈	3	Hari/Zn

Dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa durasi pekerjaan bekisting dengan metode konvensional baik pada lantai A maupun B membutuhkan waktu 6 hari. Sedangkan dengan menggunakan metode *Half Slab Precast (HPS)* hanya membutuhkan waktu 3 hari.

5.3.1.2 Durasi Perakitan dan Pemasangan Tulangan Balok-Pelat

Tahap kedua dalam pelaksanaan pekerjaan pelat konvensional adalah perakitan dan pemasangan tulangan balok. Seperti yang kita ketahui dalam rangkaian pembuatan struktur pelat, pekerjaan perakitan dan pemasangan tulangan pada metode konvensional tidak hanya dilakukan pada balok, tapi juga pada pelat itu sendiri. Sedangkan pada metode *half slab precast*, tulangan pelat diganti dengan menggunakan *wiremesh*.

Tulangan merupakan komponen yang penting dalam suatu struktur. Banyaknya tulangan yang digunakan dalam suatu struktur bergantung pada desain beban yang ditentukan oleh pihak perencana. Untuk bangunan gedung XYZ yang merupakan gedung parkir, jumlah dan dimensi tulangan yang ditentukan merupakan hasil dari rencana beban pada pelat yang berupa beban kendaraan yang parkir maupun yang berjalan di atasnya. Dimensi tulangan balok yang digunakan pada gedung ini berkisar antara D22-D29. Perakitan tulangan sendiri merupakan pekerjaan yang membutuhkan keterampilan sehingga keterampilan seorang pekerja pembuat tulangan sangat mempengaruhi. Dalam proyek ini, pekerja yang dipekerjakan dianggap sudah memiliki keterampilan dalam perakitan tulangan. Semakin terampil pekerjaanya, semakin besar kapasitas produksi perorang dalam satu hari.

Untuk kebutuhan tulangan balok, dipenuhi dengan melakukan perakitan secara konvensional oleh para pekerja dan kemudian akan diangkut menggunakan *tower crane* ke lokasi pemasangan. Sedangkan untuk penulangan pada pelat akan digunakan tulangan yang telah diproduksi di luar proyek berupa *wiremesh*. Tulangan *wiremesh* ini diletakkan di atas pelat *precast* yang sudah dipasang. *Wiremesh* berperan sebagai tulangan atas pada pelat. Tulangan bagian bawah pelat sudah tergabung dalam pelat *precast* yang telah diproduksi di pabrik *precast*. Dengan melakukan perakitan hanya pada tulangan balok dan menyederhanakan tahap penulangan pelat dengan menggunakan *wiremesh* dan tulangan yang sudah terpasang pada pelat *precast*, kebutuhan akan waktu perakitan dan pemasangan pelat akan berkurang tanpa mengurangi kekuatan dari struktur pelat itu sendiri.



Gambar 5.11 Perakitan dan Pemasangan Tulangan Balok



Gambar 5.12 Wiremesh yang Digelar Diatas Pelat Precast



Gambar 5.13 Tulangan Balok dan Pelat yang Sudah Dirakit Menjadi Kesatuan

Berikut ini adalah perhitungan durasi pelaksanaan pekerjaan tulangan pelat yang diterapkan pada proyek ini.

Durasi pelaksanaan pekerjaan tulangan pelat konvensional Lt.A

Volume pekerjaan pelat	=	19340,38	Kg
Volume pekerjaan balok	=	56655,64	Kg
Volume total	=	75996,02	Kg
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	37998,01	Kg
Kapasitas produksi/hari/org	=	400	Kg
Jumlah pekerja	=	20	org
Durasi yang dibutuhkan	=	4,75	hari
	≈	5	Hari/Zn

Durasi pelaksanaan pekerjaan tulangan pelat HSP Lt.A

Volume pekerjaan pelat	=	0	Kg
Volume pekerjaan balok	=	56655,64	Kg
Volume total	=	56655,64	Kg
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	28327,82	Kg
Kapasitas produksi/hari/org	=	400	Kg
Jumlah pekerja	=	20	org
Durasi yang dibutuhkan	=	3,54	hari
	≈	4	Hari/Zn

Durasi pelaksanaan pekerjaan tulangan pelat konvensional Lt.B

Volume pekerjaan pelat	=	22004,27	Kg
Volume pekerjaan balok	=	60294,42	Kg
Volume total	=	82298,69	Kg
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	41149,35	Kg
Kapasitas produksi/hari/org	=	400	Kg
Jumlah pekerja	=	20	org
Durasi yang dibutuhkan	=	5,1	hari
	≈	5	hari/zona

Durasi pelaksanaan pekerjaan tulangan pelat HSP Lt.B

Volume pekerjaan pelat	=	0	Kg
Volume pekerjaan balok	=	60294,42	Kg
Volume total	=	60294,42	Kg
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	30147,21	Kg
Kapasitas produksi/hari/org	=	400	Kg
Jumlah pekerja	=	20	Org
Durasi yang dibutuhkan	=	3,59	hari
	≈	4	hari/zona

Dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa durasi pekerjaan penulangan dengan metode konvensional baik pada lantai A maupun B membutuhkan waktu 5 hari. Sedangkan dengan menggunakan metode *Half Slab Precast (HPS)* hanya membutuhkan waktu 4 hari.

5.3.1.3 Durasi Pemasangan *Preslab*

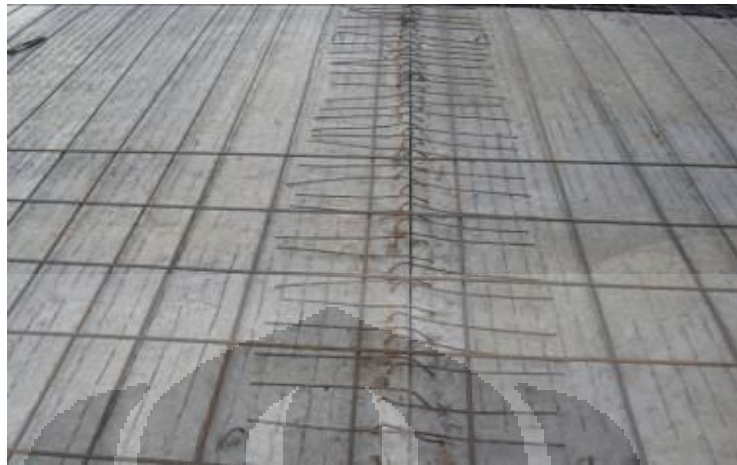
Pada tahapan pelaksanaan pekerjaan pelat dengan metode *half slab precast* terdapat satu perbedaan yang sangat signifikan dengan metode konvensional, yaitu penggunaan pelat *preslab* dengan ketebalan tertentu sebagai alas dari struktur pelat. Pelat *preslab* ini sendiri dapat berfungsi sebagai pengganti bekisting pelat yang biasa digunakan pada pembuatan pelat dengan metode konvensional. Pelat *preslab* disini nantinya juga menjadi gabungan struktur pelat itu sendiri dan membentuk struktur pelat komposit dengan beton *topping* yang di cor di atasnya. Struktur pelat pada bangunan gedung XYZ ini menggunakan pelat *preslab* dengan ketebalan 70 mm dan dimensi yang disesuaikan dengan posisi pelat tersebut.

Pelat *preslab* yang digunakan pada proyek ini diproduksi di pabrik PT. Adhimix Precast berdasarkan desain yang dibuat oleh pihak kontraktor. Seperti yang telah disinggung sebelumnya, *preslab* ini juga mengandung tulangan tarik yang berupa *PC Wire* dengan diameter 5 mm. proses pencetakan dan pengecoran dilakukan di pabrik sesuai dengan spesifikasi beton yang diinginkan oleh pihak kontraktor. Campuran beton yang digunakan adalah beton K 450 dengan slump 8-12 cm.

Pelat *preslab* yang telah diproduksi dikirim ke proyek dengan menggunakan truk dengan muatan rata-rata 150 m² luas pelat per truknya dalam sekali kirim. Pelat *preslab* yang telah tiba di lapangan dapat dipasang langsung atau ditumpuk pada tempat penumpukkan *preslab* yang telah ditentukan.

Proses pemasangan pelat *preslab* ini diawali dengan pengangkatan *preslab* dari tempat penumpukkannya dengan menggunakan *tower crane*. Pelat tersebut dibawa ke lokasi pemasangan yang sudah diawasi oleh operator pemasangan *preslab* dari PT. Adhimix Precast. Seorang operator dibantu oleh dua orang pekerja pemasangan pelat. *Preslab* tersebut diturunkan perlahan-lahan sambil dipaskan pada bekisting balok yang sudah dipasang sebelumnya. Pada satu buah struktur pelat, terdiri dari dua *preslab* yang diletakkan berdampingan. Dua buah *preslab* yang diletakkan berdampingan harus

disatukan dengan cara merekatkan sambungan panel *precast*. Jika kedua *preslab* belum dilekatkan, maka pengecoran belum boleh dilakukan.



Gambar 5.14 Pemasangan Panel Pada *Preslab* yang Terletak Berdampingan

Pemasangan pelat *preslab* per harinya berbeda-beda sesuai kebutuhan lapangan. Namun, jika dilihat dari kapasitas pemasangan standar yang diberikan pihak supplier, maka didapatkan kapasitas pengantaran dan pemasangan rata-rata *preslab* per hari sebanyak 300 m². Perhitungan durasinya sebagai berikut:

Pekerjaan Pemasangan Pelat *Preslab*

Luas lantai A	=	823,91	m ²
Kapasitas <i>delivery</i> dan pemasangan	=	150	m ² /hari
Durasi	=	$\frac{823,91}{150}$	
	=	5,5 hari	= 6 hari/lt
Luas lantai B	=	943,72	m ²
Kapasitas <i>delivery</i> dan pemasangan	=	150	m ² /hari
Durasi	=	$\frac{943,72}{150}$	
	=	6,3 hari	= 6 hari/lt

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa kebutuhan waktu maksimum pemasangan *preslab* adalah sebanyak 3 hari per zona.

5.3.1.4 Durasi Pengecoran Balok dan *Topping* Pelat

Tahap terakhir dalam pelaksanaan pekerjaan pelat adalah melakukan penuangan campuran beton dengan spesifikasi yang telah ditentukan di atas cetakan yang sudah terpasang. Dalam hal ini proyek gedung XYZ menggunakan campuran beton dengan kekuatan K400 dan *slump* ± 12 cm. Sebagai beton *topping*, sebenarnya penggunaan beton ini melebihi kekuatan yang telah diperhitungkan pada desain sebelumnya yaitu K250. Adapun penggunaan campuran beton dengan kekuatan yang melebihi desain awal (K400) adalah dengan tujuan hasil pengecoran tersebut bisa mencapai kuat tekan yang lebih cepat dalam waktu yang ditentukan bila dibandingkan dengan kekuatan K250 sehingga akan lebih memperlancar proses pelaksanaan.

Campuran beton yang digunakan oleh proyek XYZ berupa *readymix* yang diproduksi oleh PT. Adhimix dengan spesifikasi yang telah ditentukan oleh pihak kontraktor. Pemilihan penggunaan *readymix* ini dilakukan dengan tujuan menjaga ketepatan dan kelancaran waktu pelaksanaan pengecoran serta menjamin kualitas dari campuran beton itu sendiri. Selain itu, proses produksi *readymix* yang dilakukan di luar proyek membantu penyederhanaan alokasi lahan proyek yang biasanya juga sebagai tempat produksi campuran beton.



Gambar 5.15 Penuangan Beton *Topping* (Pengecoran)

Untuk metode *half slab precast*, campuran beton dituangkan ke dalam bekisting balok dan ke permukaan *preslab* yang sudah terpasang. Ketebalan pelat yang akan dicor adalah sebesar 90 mm. Sedangkan ketebalan pelat rencana adalah sebesar 160 mm yang terdiri dari 90 mm *topping* beton dan 70 mm pelat *preslab*. Pengurangan durasi terjadi akibat adanya perbedaan volume pengecoran yang dilakukan dengan metode *half slab precast* dibandingkan dengan pengecoran pada metode konvensional. Pengurangan volume tersebut sebesar luas lantai dikalikan dengan ketebalan *preslab* 70 mm. Proses perhitungannya adalah sebagai berikut:

Durasi pelaksanaan pekerjaan pengecoran pelat konvensional Lt.A

Volume pekerjaan pelat	=	129 m ³
Volume pekerjaan balok	=	113,33 m ³
Volume total	=	242,33 m ³
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	121,165 m ³
Kapasitas produksi/hari/org	=	100 m ³
Durasi yang dibutuhkan	=	1,21165 hari
	≈	2 hari/zona

Durasi pelaksanaan pekerjaan pengecoran pelat HSP Lt.A

Volume pekerjaan pelat	=	72,56 m ³
Volume pekerjaan balok	=	113,33 m ³
Volume total	=	185,89 m ³
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	92,945 m ³
Kapasitas produksi/hari/org	=	100 m ³
Durasi yang dibutuhkan	=	0,92945 hari
	≈	1 hari/zona

Durasi pelaksanaan pekerjaan pengecoran pelat konvensional Lt.B

Volume pekerjaan pelat	=	144,92 m ³
Volume pekerjaan balok	=	120,64 m ³
Volume total	=	265,56 m ³
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	132,78 m ³
Kapasitas produksi/hari/org	=	100 m ³
Durasi yang dibutuhkan	=	1,3278 hari
	≈	2 hari/zona

Durasi pelaksanaan pekerjaan pengecoran pelat HSP Lt.B

Volume pekerjaan pelat	=	81,52 m ³
Volume pekerjaan balok	=	120,64 m ³
Volume total	=	202,16 m ³
Volume pekerjaan per zona (diasumsikan dibagi menjadi dua)	=	101,08 m ³
Kapasitas produksi/hari/org	=	100 m ³
Durasi yang dibutuhkan	=	1,01 hari
	≈	1 hari/zona

Dari perhitungan tersebut dapat diketahui bahwa kebutuhan waktu penuangan campuran beton (pengecoran) pada metode konvensional adalah sebanyak 2 hari. Hasil ini berbeda dengan metode *half slab precast* yang hanya membutuhkan waktu 1 hari untuk setiap zonanya.

5.3.2 Estimasi Durasi Pekerjaan Kolom

Pekerjaan kolom sebenarnya tidak termasuk pembahasan dalam penelitian ini, hanya saja untuk melengkapi data yang dibutuhkan dalam melakukan simulasi penjadwalan perlu dilakukan perhitungan durasi setiap zonanya seperti yang telah dilakukan pada tahapan pekerjaan pelat sebelumnya. Hasil perhitungan durasi pekerjaan kolom A akan ditunjukkan pada tabel di bawah ini.

Tabel 5.3 Perhitungan Durasi Tahapan Pekerjaan Kolom Lantai A

Pekerjaan	Volume	Kap.Prod/hari	Durasi	Pembulatan
Bekisting	302,4 m ²	8 m ² /org	2,9	3
Pembesian	26322,17 kg	400 kg/org	3,29	4
Pengecoran	67,33 m ³	100 m ³	0,67	1

Begitu juga dengan estimasi durasi yang dilakukan pada lantai B dilakukan dengan menggunakan langkah yang sama dan disesuaikan dengan volume pekerjaan berdasarkan data proyek. Berikut ini adalah hasil perhitungannya.

Tabel 5.4 Perhitungan Durasi Tahapan Pekerjaan Kolom Lantai B

Pekerjaan	Volume	Kap.Prod/hari	Durasi	Pembulatan
Bekisting	209,66 m ²	8 m ² /org	2,02	2
Pembesian	19493,33 kg	400 kg/org	2,44	3
Pengecoran	48,38 m ³	100 m ³	0,48	1

Durasi dari setiap pekerjaan tersebut dihitung berdasarkan volume pekerjaan setiap lantainya. Untuk penggunaannya dalam simulasi penjadwalan yang dibahas perzona pada setiap lantainya, durasi tersebut nantinya akan dibagi dua karena satu lantainya pekerjaan dibagi menjadi dua zona.

Setelah durasi tersebut didapatkan, tiap pekerjaan tersebut diurutkan sesuai urutan pekerjaannya dan dibuat hubungan keterkaitannya. Pada struktur kolom, pekerjaan pembesian dilaksanakan pertama, diikuti dengan pekerjaan bekisting keesokan harinya, dan ditutup dengan pengecoran yang berakhir di hari yang sama dengan pekerjaan bekisting. Proses tersebut menghasilkan perhitungan untuk durasi pekerjaan kolom lantai A dapat dilaksanakan selama 4 hari, sedangkan untuk lantai B dapat dilaksanakan selama 3 hari. Untuk memudahkan

perencanaan, maka diambil durasi yang terbesar yaitu 4 hari per lantai. Sehingga untuk pekerjaan kolom setiap lantai membutuhkan durasi 2 hari per zona.

5.4 Simulasi Penjadwalan

Pada simulasi penjadwalan, akan disusun sebuah jadwal pelaksanaan pekerjaan pelat berdasarkan durasi yang telah didapatkan pada subbab sebelumnya. Akan dibentuk dua jenis jadwal pelaksanaan pekerjaan pelat, yaitu jadwal pelaksanaan dengan metode konvensional dan jadwal pelaksanaan dengan metode *half slab precast*.

Jadwal pelaksanaan pelat terdiri dari tahapan subpekerjaan dalam pekerjaan pelat setiap zonanya. Perbedaan tahapan antara metode konvensional dengan metode *half slab precast* terletak pada tahapan pemasangan pelat *preslab* yang hanya terdapat pada metode *half slab precast*. Dimana urutan pelaksanaannya terdiri dari:

- 1) Pemasangan Perancah dan Bekisting Balok
- 2) Perakitan dan Pemasangan Tulangan Balok dan Pelat
- 3) Pemasangan Pelat *Preslab*
- 4) Pengecoran Pelat dan Balok

Durasi tiap pekerjaan telah didapatkan dari hasil analisa pada subbab sebelumnya. Berikut ini rangkuman dari hasil analisa durasi yang telah dilakukan.

Tabel 5.5 Hasil Analisa Durasi Komponen Pekerjaan Pelat

Pekerjaan	Posisi Lantai	Durasi Pelaksanaan (Hr/zona)	
		Konvensional	Half Slab Precast
Bekisting Balok-Pelat	Lantai A	6	3
	Lantai B	6	3
Pembesian Balok-Pelat	Lantai A	5	4
	Lantai B	5	4
Pemasangan Preslab	Lantai A	-	3
	Lantai B	-	3
Pengecoran	Lantai A	2	1
	Lantai B	2	1
Kolom	Lantai A	2	2
	Lantai B	2	2

Setelah mengetahui urutan pelaksanaan dan durasi tiap komponen pekerjaan, kemudian dimasukkan hubungan keterkaitan antarpekerjaan dengan bantuan *software* Microsoft Project agar terbentuk jadwal pekerjaan pelat secara keseluruhan. Dalam pembuatan jadwal ini juga akan disertakan durasi pelaksanaan pekerjaan kolom karena dalam pelaksanaannya pekerjaan pelat sendiri tidak dapat dilakukan jika struktur kolom di bawahnya belum selesai dikerjakan.

Tabel di bawah ini menunjukkan keterangan durasi dan keterkaitan antar komponen pekerjaan setiap zona dan lantainya dari lantai 1A sampai 2A dengan menggunakan metode konvensional. Proses selanjutnya, dari lantai 3A sampai lantai 7 mengikuti proses yang sama seperti lantai 2A (selengkapnya di lampiran).

Tabel 5.6 Hubungan Antar Komponen Pekerjaan Pelat dengan Metode Konvensional

PEKERJAAN	DURASI	KEG. PENDAHULUAN
LANTAI 1A ZONA 1		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	6 days	
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	5 days	3FF
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	2 days	4FF
Pekerjaan Kolom	2 days	5FS
LANTAI 1A ZONA 2		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	6 days	3SS+4 day
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	5 days	8FF
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	2 days	9FF
Pekerjaan Kolom	2 days	10FS
LANTAI 1B ZONA 1		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	6 days	3SS+1 days
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	5 days	13FF
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	2 days	14FF
Pekerjaan Kolom	2 days	15FS
LANTAI 1B ZONA 2		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	6 days	13SS+4 day
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	5 days	18FF
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	2 days	19FF
Pekerjaan Kolom	2 days	20FS
LANTAI 2A ZONA 1		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	6 days	6FS
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	5 days	23FF
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	2 days	24FF
Pekerjaan Kolom	2 days	25FS

Selanjutnya, hasil perhitungan durasi pelaksanaan dan kaitan antarkomponen pekerjaan setiap zona dan lantainya dari lantai 1A sampai 2A dengan menggunakan metode *half slab precast* ditunjukkan oleh tabel di bawah ini.

Tabel 5.7 Hubungan Antar Komponen Pekerjaan Pelat dengan Metode HSP

PEKERJAAN	DURASI	KEG. PENDAHULUAN
LANTAI 1A ZONA 1		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	3 days	
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	4 days	3SS
Pekerjaan Pemasangan Preslab	3 days	4SS+1 day
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	1 day	5FF
Pekerjaan Kolom	2 days	6FS
LANTAI 1A ZONA 2		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	3 days	3SS+3 day
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	4 days	9SS
Pekerjaan Pemasangan Preslab	3 days	10SS+1 day
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	1 day	11FF
Pekerjaan Kolom	2 days	12FS
LANTAI 1B ZONA 1		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	3 days	3SS+1 days
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	4 days	15SS
Pekerjaan Pemasangan Preslab	3 days	16SS+1 day
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	1 day	17FF
Pekerjaan Kolom	2 days	18FS
LANTAI 1B ZONA 2		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	3 days	15SS+3 day
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	4 days	21SS
Pekerjaan Pemasangan Preslab	3 days	22SS+1 day
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	1 day	23FF
Pekerjaan Kolom	2 days	24FS
LANTAI 2A ZONA 1		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	3 days	7FS
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	4 days	27SS
Pekerjaan Pemasangan Preslab	3 days	28SS+1 day
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	1 day	29FF
Pekerjaan Kolom	2 days	30FS
LANTAI 2A ZONA 2		
Pekerjaan Bekisting Balok-Pelat	3 days	27SS+3 day
Pekerjaan Pembesian Balok-Pelat	4 days	33SS
Pekerjaan Pemasangan Preslab	3 days	34SS+1 day
Pekerjaan Pengecoran Balok-Pelat	1 day	35FF

Hasil penyusunan jadwal pekerjaan pelat dan kolom, baik dengan metode konvensional maupun metode *half slab precast* secara lengkap akan disajikan pada lampiran.

Setelah jadwal pekerjaan setiap zona dibuat, dapat dilihat bahwa untuk metode konvensional waktu yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan struktur atas adalah sebanyak 58 hari. Struktur atas gedung XYZ dibagi menjadi 26 zona. Setiap zonanya membutuhkan waktu 8 hari yang terdiri dari 6 hari untuk pekerjaan pelat-balok dan 2 hari untuk pekerjaan kolom. Sedangkan pekerjaan pelat dengan metode *half slab precast* membutuhkan durasi pelaksanaan total sebanyak 43 hari. Dimana dengan jumlah zona yang sama, setiap zonanya membutuhkan waktu 6 hari yang terdiri dari 4 hari untuk pekerjaan pelat-balok dan 2 hari untuk pekerjaan kolom.

Jadi, jika ditinjau setiap lantainya, durasi yang dibutuhkan untuk mengerjakan pekerjaan balok-pelat-kolom pada gedung XYZ dengan metode konvensional adalah 12 hari pada lantai 1A sampai 6A dan 1B sampai 5B. Lantai 6B dan 7 hanya membutuhkan durasi selama 10 hari akibat tidak adanya pekerjaan kolom yang menuju lantai berikutnya. Untuk metode *half slab precast* durasi yang dibutuhkan adalah 9 hari pada lantai 1A sampai 6A dan 1B sampai 5B. Lantai 6B dan 7 hanya membutuhkan durasi selama 7 hari. Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan hasil estimasi durasi dan simulasi penjadwalan.

Tabel 5.8 Durasi Pelaksanaan Pekerjaan Pelat Pada Tiap Metode

Metode Pelaksanaan	Jenis Pekerjaan	Durasi/Zona	Durasi/Lt.	Durasi Tot.
Konvensional	Pekerjaan Pelat	6 hari	12 hari	58 hari
	Pekerjaan Kolom	2 hari		
	Total	8 hari		
Half Slab Precast	Pekerjaan Pelat	4 hari	7 hari	43 hari
	Pekerjaan Kolom	2 hari		
	Total	9 hari		

5.5 Kesimpulan

Pada bab ini dijelaskan proses pengumpulan data dan analisa data yang dilakukan. Proses pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini terdiri

dari penyebaran kuisioner validasi variabel aplikasi *work structuring* kepada pakar, observasi dan wawancara di proyek studi kasus, dan melakukan studi data proyek yang dijadikan studi kasus.

Dari kuisioner yang diberikan kepada pakar konstruksi, terdapat beberapa variabel yang disetujui keberadaannya sebagai beberapa aplikasi *work structuring* yang mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek dan telah diterapkan di Indonesia. Beberapa variabel tersebut terangkum dalam penggunaan *half slab precast* yang diterapkan pada proyek studi kasus. Karena itu dilakukan pembahasan terhadap metode tersebut sebagai salah satu bentuk penerapan variabel-variabel *work structuring* yang telah disebutkan sebelumnya.

Ternyata dengan menggunakan metode tersebut pada pelaksanaan pekerjaan pelat, terdapat beberapa hari penghematan waktu dari setiap komponen pekerjaan. Kemudian dari durasi pada tiap komponen pekerjaan yang telah dianalisa, dibentuklah penjadwalan pekerjaan pelat yang baru.

Hasil dari penyusunan jadwal yang baru menunjukkan bahwa untuk setiap lantainya dibutuhkan waktu pelaksanaan sebanyak 12 hari untuk metode konvensional dan 9 hari untuk metode *half slab precast*.

BAB 6 TEMUAN DAN PEMBAHASAN

6.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai temuan penelitian yang terdiri dari variabel aplikasi *work structuring* yang diterapkan dalam proses pelaksanaan proyek studi kasus dan simulasi penjadwalan pekerjaan pelat pada gedung XYZ. Kemudian akan dilanjutkan dengan pembahasan hasil analisa data penelitian dan diakhiri dengan kesimpulan.



Gambar 6.1 Pembahasan Bab 6 Mengenai Temuan dan Pembahasan

6.2 Temuan

Pada penelitian ini didapatkan beberapa temuan dari proses analisa data yang telah dilakukan. Beberapa temuan tersebut akan dijelaskan pada subbab selanjutnya.

6.2.1 Aplikasi *Work Structuring* Pada Proyek Studi Kasus

Melalui hasil validasi variabel aplikasi *work structuring* yang telah dilakukan oleh pakar, terdapat beberapa variabel yang dianggap berpengaruh terhadap waktu pelaksanaan proyek. variabel tersebut kemudian menjadi acuan dalam wawancara terhadap manajer proyek gedung XYZ mengenai penerapan

variabel yang dominan diaplikasikan pada proyek yang menjadi studi kasus. Variabel tersebut adalah sebagai berikut:

Tabel 6.1 Aplikasi Work Structuring yang Diterapkan dalam Proyek

Kode	Variabel
X8	Menyederhanakan lokasi proyek sebagai lokasi pemasangan komponen-komponen yang telah dirakit di luar lokasi proyek
X19	Memfaatkan teknologi yang dapat mempersingkat waktu proses pelaksanaan (<i>processing times</i>)
X20	Merencanakan ulang produk yang ingin dicapai untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat

Dengan menerapkan variabel tersebut dalam perencanaan dan pelaksanaan proyek maka akan memberikan pengaruh dalam memperlancar aliran pelaksanaan pekerjaan dalam proyek. Penerapan beberapa variabel tersebut terangkum dalam metode pelaksanaan pelat, *half slab precast* yang digunakan dalam proyek gedung XYZ ini.

6.2.2 Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat

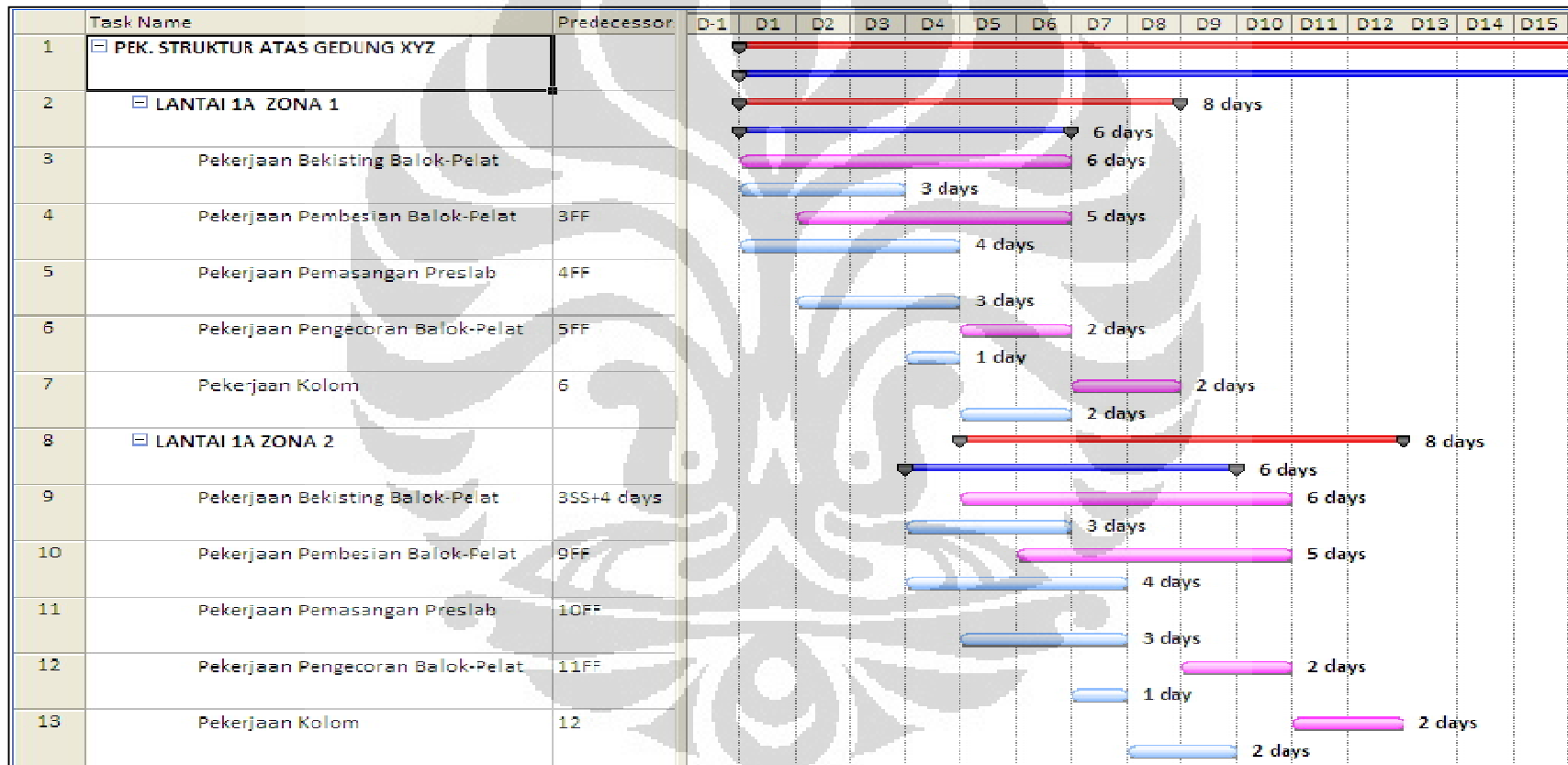
Dari hasil penjadwalan pekerjaan pelat (terdapat pada lampiran), maka didapatkan durasi yang dibutuhkan untuk melaksanakan pekerjaan struktur atas pada setiap lantainya adalah 12 hari untuk pelaksanaan dengan metode konvensional dan 9 hari untuk pelaksanaan dengan metode *half slab precast*.

Jumlah lantai yang dimiliki gedung ini sebanyak 13 lantai, maka total waktu pelaksanaan struktur atas yang dibutuhkan adalah sebesar 58 hari dengan metode konvensional dan 43 hari untuk metode *half slab precast*.

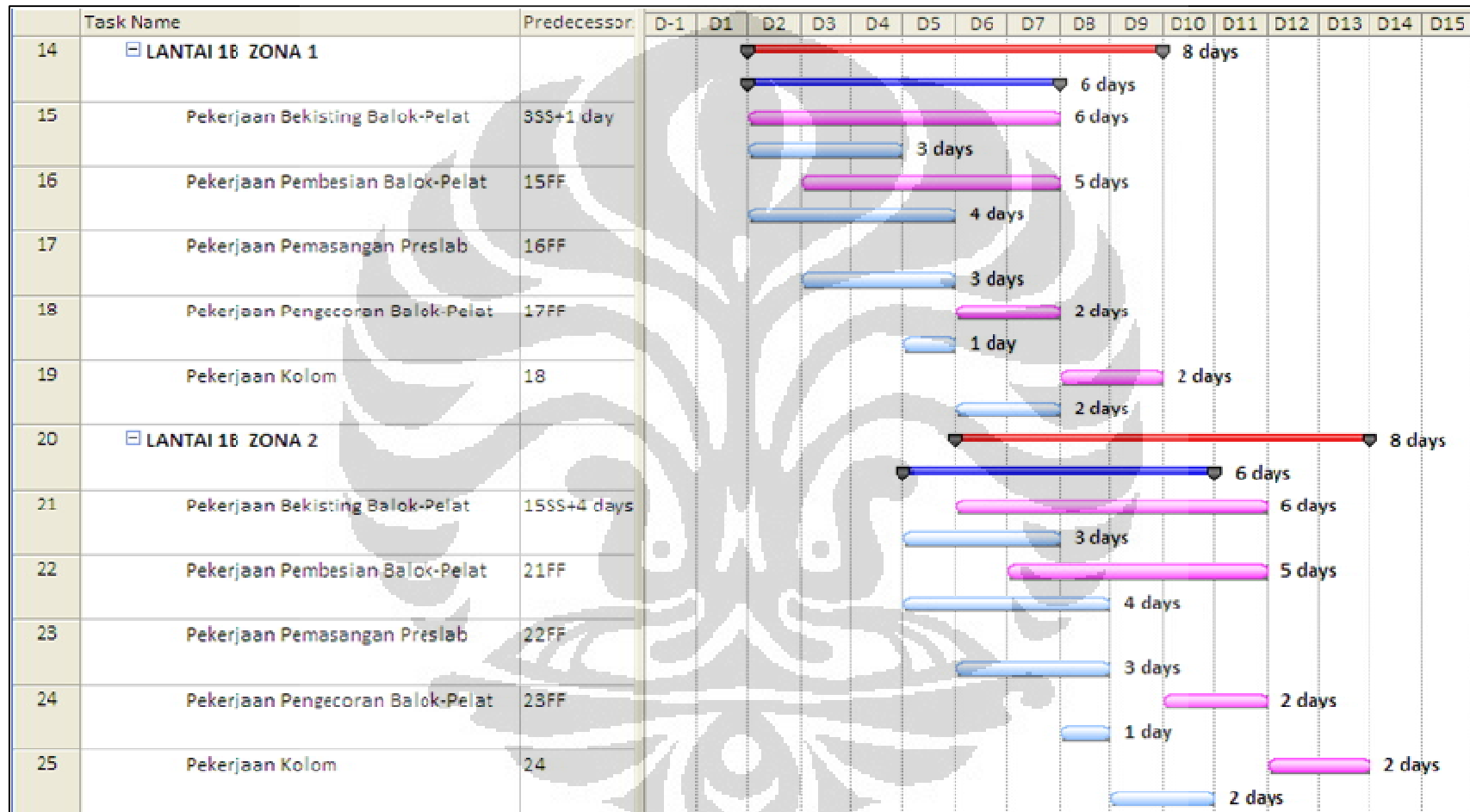
Tabel 6.2 Kebutuhan Durasi Pelaksanaan Pekerjaan Pelat-Kolom

Metode Pelaksanaan	Durasi/Lt.	Durasi Total
Konvensional	12 hari	58 hari
<i>Half Slab Precast</i>	9 hari	43 hari

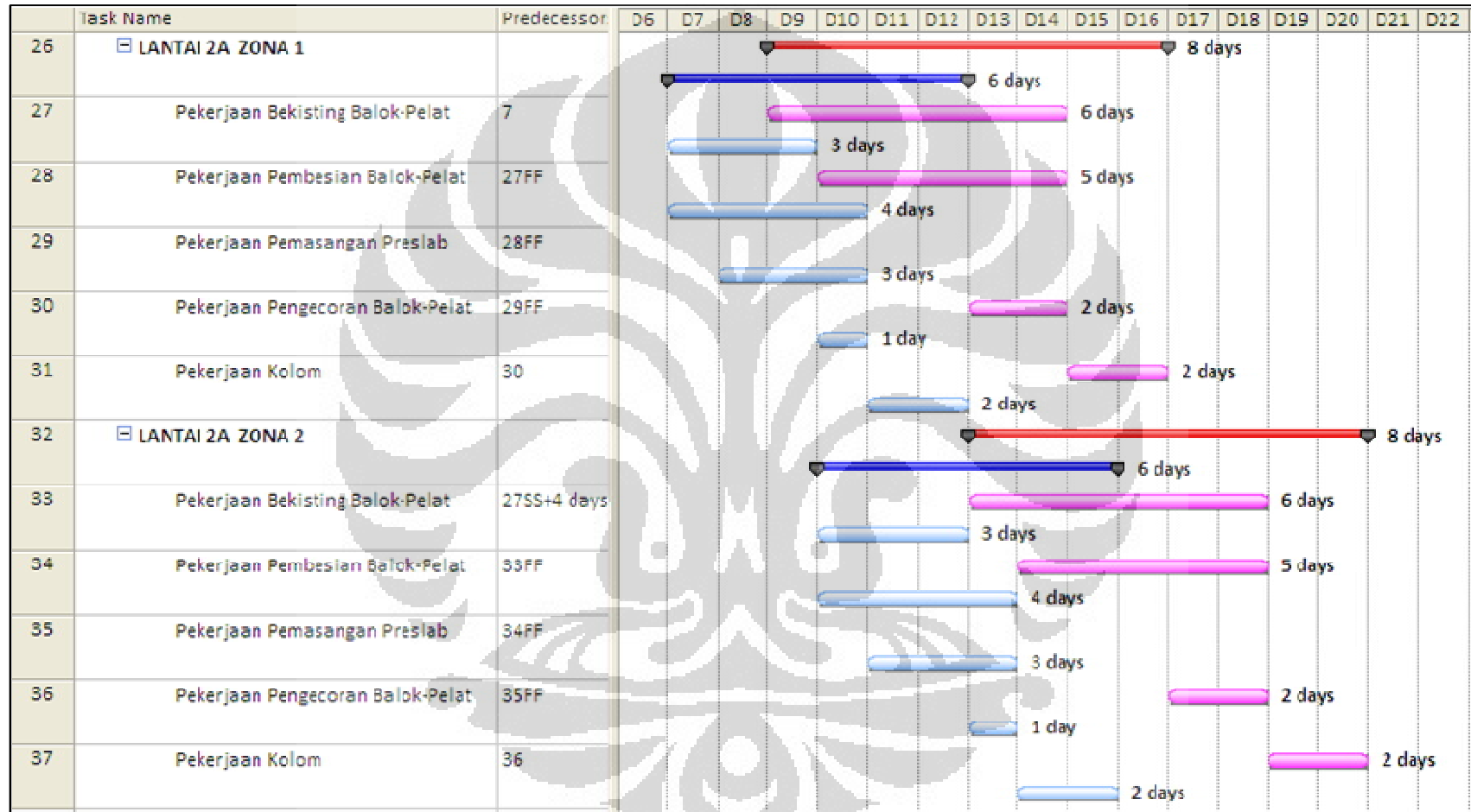
Berikut ini gambar yang menunjukkan perbandingan jadwal pelaksanaan pekerjaan pelat dengan kedua metode, lantai 1A sampai 2B. Untuk lantai selanjutnya dapat mengikuti pola yang sama dengan lantai sebelumnya.



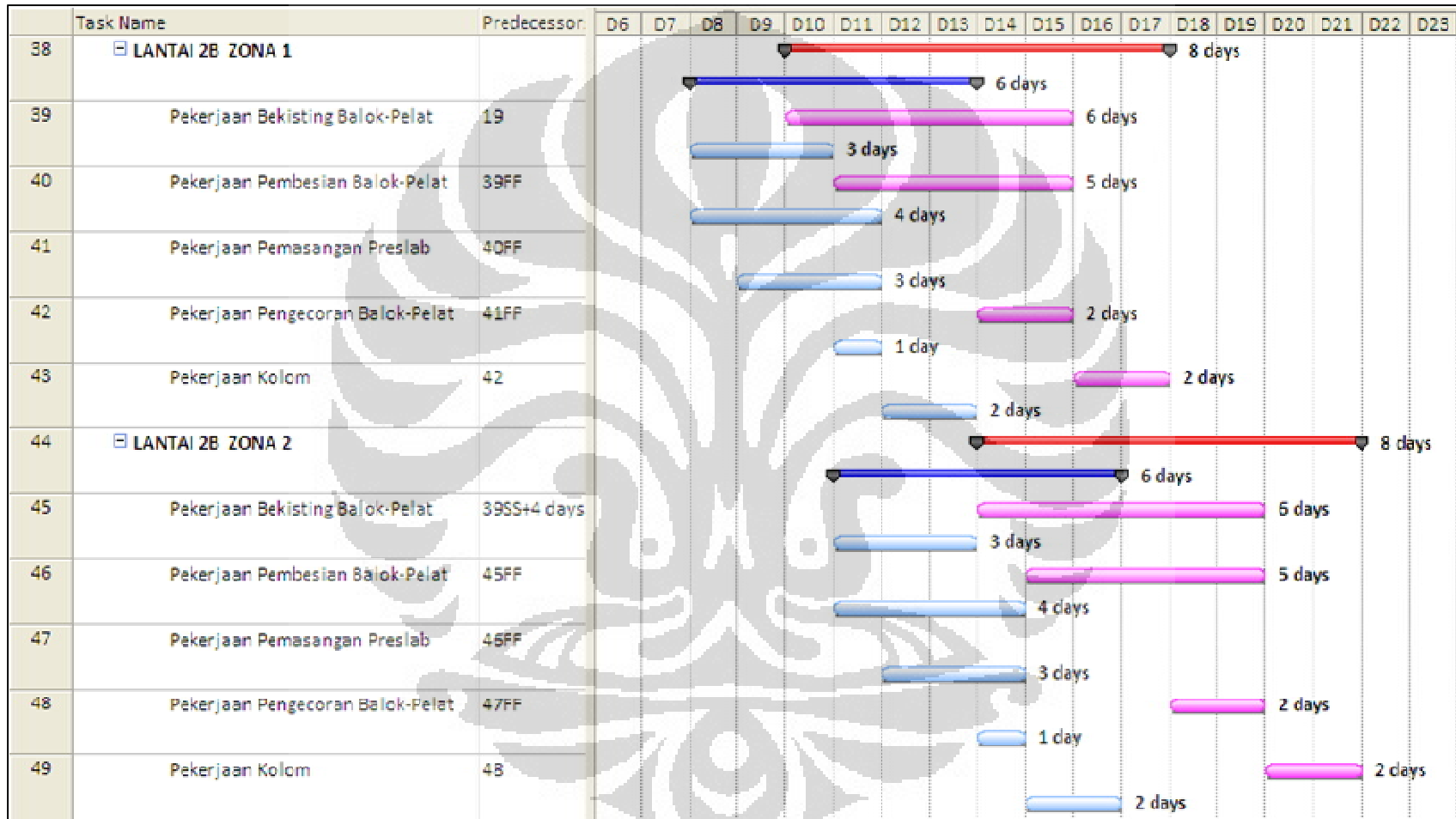
Gambar 6.2 Perbandingan Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat dengan Kedua Metode Pada Lantai 1A



Gambar 6.3 Perbandingan Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat dengan Kedua Metode Pada Lantai 1B



Gambar 6.4 Perbandingan Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat dengan Kedua Metode Pada Lantai 2A



Gambar 6.5 Perbandingan Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat dengan Kedua Metode Pada Lantai 2B

6.3 Pembahasan

6.3.1 Aplikasi *Work Structuring* Pada Proyek Studi Kasus

Berikut ini akan dilakukan pembahasan terhadap aplikasi *work structuring* yang dilaksanakan pada proyek yang dijadikan studi kasus.

6.3.1.1 Menyederhanakan lokasi proyek sebagai lokasi pemasangan komponen-komponen yang telah dirakit di luar lokasi proyek

Pengertian dari variabel tersebut adalah mempermudah proses pelaksanaan pekerjaan pelat pada proyek dengan bantuan material-material yang telah difabrikasi di luar proyek sehingga lokasi proyek disederhanakan fungsinya menjadi tempat pengumpulan dan pemasangan material tersebut. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, dengan melakukan usaha tersebut diharapkan akan memperlancar proses pelaksanaan sekaligus mereduksi waktu pelaksanaan proyek.

Bentuk penerapan *work structuring* pada proyek gedung XYZ ini adalah menggunakan komponen struktur yang telah dirakit di luar lokasi proyek seperti penggunaan *preslab* dan *wiremesh*.

Penggunaan *preslab* dan *wiremesh* yang sudah dirakit di luar proyek tersebut membuat proses pekerjaan menjadi lancar dan waktu pelaksanaan menjadi lebih singkat. Dengan menggunakan *preslab*, volume pengecoran pelat berkurang sehingga membutuhkan waktu pengecoran yang lebih singkat. Selain itu, tidak diperlukan lagi perangkaian tulangan pelat, karena material *preslab* sendiri sudah mengandung tulangan dan tulangan atas pelat dipermudah dengan penggunaan *wiremesh*.

Penggunaan komponen yang telah dirakit di luar proyek selain kegunaannya terhadap reduksi waktu pelaksanaan pekerjaan, juga turut mereduksi penggunaan tenaga kerja dan alokasi lahan proyek sebagai lokasi produksi.

6.3.1.2 Mempersingkat waktu pada tahapan pelaksanaan proyek dan memanfaatkan teknologi yang dapat mengurangi waktu proses pelaksanaan (*processing times*)

Pengertian dari variabel tersebut adalah melakukan pemilihan teknologi yang akan digunakan dalam proses pelaksanaan dan menyusunnya dalam bentuk metode konstruksi yang baru sehingga dalam setiap komponen pekerjaan pelat tersebut dapat mengalami reduksi waktu pelaksanaan yang dapat pula diwujudkan dengan terjadinya reduksi waktu pelaksanaan perlantainya sehingga akan memberikan pengaruh pengurangan durasi waktu pelaksanaan proyek secara keseluruhan.

Pada proyek ini bentuk penerapan variabel tersebut adalah dengan menggunakan teknologi beton *precast preslab* dan *wiremesh* yang dipesan kepada produsen yang terpercaya. Penggunaan teknologi beton *precast preslab* dan *wiremesh* ini menjadi dasar perubahan metode pelaksanaan pekerjaan pelat pada proyek gedung XYZ menjadi metode *half slab precast*. Dengan menggunakan metode ini terjadi perubahan urutan pelaksanaan pekerjaan pelat, dari yang sebelumnya berupa pekerjaan bekisting, pekerjaan tulangan, dan pekerjaan pengecoran menjadi pekerjaan bekisting, pekerjaan tulangan, pemasangan *preslab*, dan pekerjaan pengecoran.

Penggunaan teknologi konstruksi ini menyebabkan terjadinya pengurangan durasi di setiap komponen pekerjaan pelat. Misalnya, pada pekerjaan bekisting penggunaan *preslab* menyebabkan terjadinya pengurangan pada volume bekisting pelat sehingga durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting hanya untuk mengerjakan bekisting struktur balok saja. Hal tersebut menyebabkan terjadinya pengurangan durasi pelaksanaan pekerjaan bekisting.

Selanjutnya untuk komponen pekerjaan tulangan, penggunaan teknologi *precast* dan *wiremesh* menyebabkan terjadinya pengurangan volume pekerjaan tulangan yang sebelumnya terdiri dari tulangan balok dan pelat, menjadi tulangan balok saja. Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, bahwa *preslab* sendiri sudah mengandung tulangan bawah dan tulangan atas pelat ditambahkan dengan *wiremesh*. Sehingga jelas pengurangan volume pekerjaan tulangan membantu mereduksi waktu pelaksanaan pekerjaan pelat.

Terjadi pula pengurangan volume pekerjaan pengecoran akibat penggunaan *preslab*. Penggunaan *preslab* mengakibatkan ketebalan pengecoran yang dibutuhkan dari sebelumnya 160mm menjadi hanya 90mm. Pengurangan volume pengecoran tersebut turut mereduksi waktu pelaksanaan pekerjaan pelat. Selain itu, pihak kontraktor juga menggunakan campuran beton dengan kekuatan di atas kekuatan yang diperlukan. Pada perhitungan, dibutuhkan campuran beton K250 untuk pengecoran. Tapi yang digunakan adalah campuran beton K400, yang dapat membantu memperlancar proses pelaksanaan dengan menghasilkan kekuatan tekan yang dibutuhkan dengan waktu yang lebih singkat daripada menggunakan beton dengan kekuatan yang direncanakan.

Penjabaran di atas dapat menjelaskan bahwa dengan menggunakan teknologi baru yang berbeda dengan proses pelaksanaan sebelumnya dapat pula merubah urutan pelaksanaan pekerjaan. Dengan menggunakan metode *half slab precast*, memang terjadi penambahan langkah pelaksanaan yaitu pada tahap pemasangan *preslab*. Hanya saja walaupun tahapan ini membutuhkan waktu tambah, telah terjadi reduksi waktu yang cukup signifikan pada tahapan lainnya sehingga dampaknya akan tetap mereduksi waktu pelaksanaan pekerjaan pelat.

Dengan menggunakan teknologi ini, tahapan pekerjaan pelat membutuhkan waktu yang lebih singkat. Dengan mempersingkat waktu pelaksanaan pekerjaan pelat pada satu zona pekerjaan, kita akan menghasilkan penghematan waktu pelaksanaan secara keseluruhan. Tentunya bagian dari teknologi tersebut, seperti material *preslab* sendiri harus dipesan pada produsen terpercaya agar bisa memenuhi kebutuhan proyek sesuai dengan volume yang dibutuhkan dan sesuai jadwal yang telah disepakati.

6.3.1.3 Merencanakan ulang produk yang ingin dicapai untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat

Hal ini dilakukan oleh pihak kontraktor, dimana struktur pelat proyek XYZ yang pada awalnya direncanakan dengan tipe konvensional kini dibuat menjadi jenis beton komposit yang terdiri dari *preslab* dan beton *topping*. Kontraktor sengaja melakukan perencanaan ulang terhadap struktur beton yang

akan dihasilkan dengan tujuan mereduksi waktu pelaksanaan seiring dengan perubahan metode pelaksanaan yang dilakukan.

Melalui penjelasan poin-poin di atas, dapat kita simpulkan bahwa bentuk penerapan variabel-variabel aplikasi *work structuring* yang bersifat dominan di lakukan di proyek ini dapat dilihat dari perubahan metode pelaksanaan pekerjaan pelat yang tadinya akan dilakukan dengan metode konvensional kini menggunakan metode *half slab precast*. Penggunaan metode *half slab precast* dalam pelaksanaan pekerjaan pelat dianggap dapat membantu kontraktor dalam mereduksi waktu pelaksanaan proyek gedung XYZ.

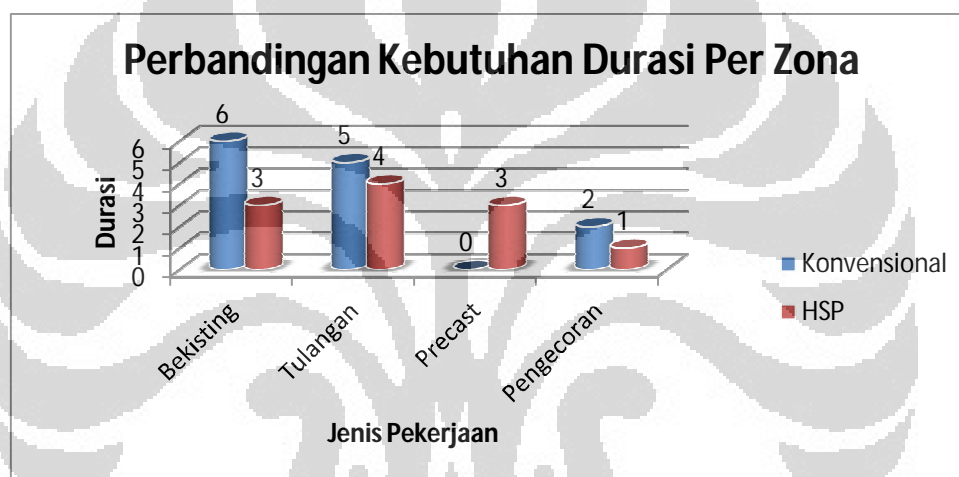


Gambar 6.6 Penerapan *Work Structuring* dengan Menggunakan Teknologi *Precast* dan *Wiremesh*

6.3.2 Hasil Penjadwalan Pekerjaan Pelat

Simulasi penjadwalan pekerjaan pelat pada proyek gedung XYZ dilakukan untuk memperlihatkan hasil penerapan aplikasi *work structuring* yang terjadi di proyek ini. Penerapan aplikasi *work structuring* pada proyek ini terdapat dalam perubahan-perubahan proses pekerjaan pelat yang tadinya menggunakan metode konvensional menjadi metode *half slab precast* seperti yang juga telah dijeaskan pada subbab sebelumnya. Proses pekerjaan pelat tiap zona yang tadinya terdiri dari pekerjaan bekisting balok-pelat, pekerjaan pembesian balok-pelat, dan pekerjaan pengecoran balok-pelat yang masing-masing berdurasi 6 hari, 5 hari,

dan 2 hari, kini tahapan pelaksanaannya menjadi pekerjaan bekisting balok yang berdurasi 3 hari, pekerjaan tulangan balok dengan durasi 4 hari, pekerjaan pemasangan *preslab* berdurasi 3 hari, dan pekerjaan pengecoran yang berdurasi 1 hari. Perbedaan tahapan pelaksanaan antara dua metode tersebut terdapat pada pekerjaan pemasangan *preslab* yang hanya terdapat pada metode *half slab precast*. Dapat dilihat bahwa tahapan pelaksanaannya memang bertambah, sehingga terdapat penambahan durasi dari kegiatan yang sebelumnya tidak ada menjadi ada. Hanya saja, terdapat juga pengurangan durasi dari tahapan pelaksanaan lainnya akibat adanya pengurangan volume pekerjaan. Perbandingan durasi tersebut digambarkan pada gambar di bawah ini.

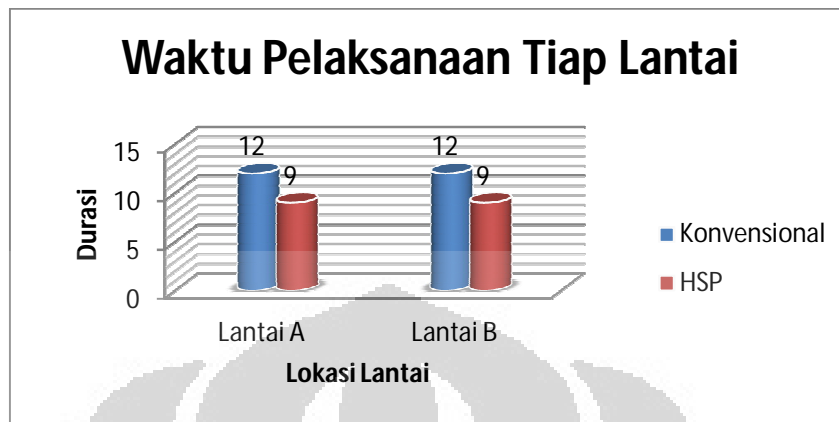


Gambar 6.7 Perbandingan Kebutuhan Durasi Tiap Komponen Pekerjaan

Setelah tahapan pelaksanaan pekerjaan pelat tersebut disusun urutannya sesuai dengan pelaksanaan pekerjaan pelat dan disertai dengan data durasi, maka terbentuklah jadwal pelaksanaan pekerjaan pelat.

Dari jadwal tersebut dapat dilihat bahwa untuk melaksanakan pekerjaan kolom-balok-pelat tiap zonanya pada gedung XYZ dibutuhkan waktu 8 hari dengan metode konvensional, sedangkan dengan menggunakan metode *half slab precast* waktu yang dibutuhkan menjadi 6 hari. Dikarenakan satu lantainya terdiri dari 2 zona dan zona kedua baru akan dimulai beberapa hari setelah pekerjaan pada zona satu dimulai, maka total durasi pekerjaan tiap lantai dengan metode

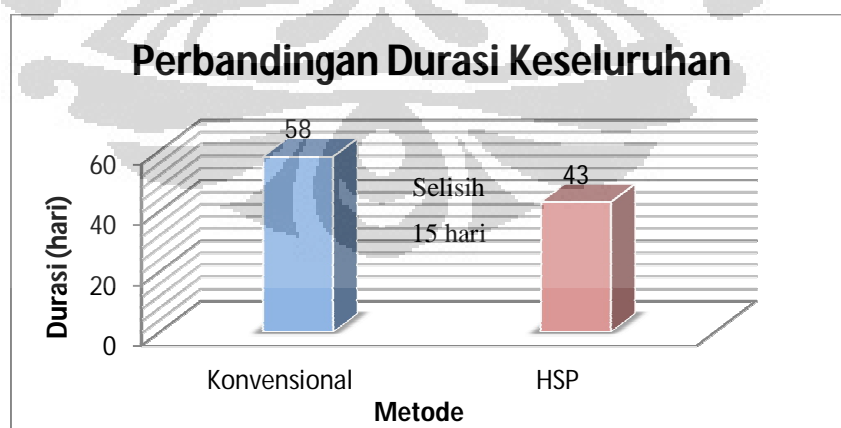
konvensional menjadi 12 hari. Begitu juga dengan pelaksanaan dengan metode *half slab precast*, sehingga durasi total per lantainya menjadi 9 hari.



Gambar 6.8 Perbandingan Kebutuhan Durasi Tiap Lantai

Jadi, untuk membangun sebuah gedung XYZ yang terdiri dari 13 lantai (6 lantai A dan B serta 1 lantai A), waktu total yang dibutuhkan bila dilaksanakan dengan metode konvensional adalah sebanyak 58 hari dan 43 hari dengan metode *half slab precast*.

Dapat dilihat bahwa dengan menerapkan *work structuring* pada perencanaan proyek gedung XYZ, waktu pelaksanaan proyek dapat menjadi lebih singkat, yaitu lebih cepat 15 hari dari pelaksanaan sebelumnya.



Gambar 6.9 Perbandingan Kebutuhan Durasi Secara Total

Apabila dibuat dalam bentuk prosentase, dapat dilihat bahwa terjadi efisiensi waktu sebesar 25,86% atau 26% bila kita melaksanakan *work structuring* dalam perencanaan proses pelaksanaan pekerjaan pelat pada gedung parkir XYZ. Proses perhitungan dijabarkan di bawah ini.

$$\% \text{ efisiensi} = \frac{\text{Durasi Konvensional} - \text{Durasi HSP}}{\text{Durasi Konvensional}} \times 100\%$$

$$\% \text{ efisiensi} = \frac{58 - 43}{58} \times 100\% = 25,86\% \approx 26\%$$

Hasil perhitungan tersebut yang telah didapatkan melalui proses analisa dan pengamatan pada proyek gedung parkir XYZ. Tentunya besar efisiensi yang terjadi bergantung pada beberapa faktor yang mempengaruhi durasi pelaksanaan suatu kegiatan proyek, seperti teknologi yang digunakan, metode konstruksi, keahlian para pekerja, dan urutan pelaksanaan kegiatan yang digunakan sehingga belu tentu menghasilkan hasil yang sama persis dengan apa yang dihasilkan pada hasil penelitian ini.

Hasil penelitian ini telah dikonsultasikan dengan manajer proyek terkait dan dianggap dapat diaplikasikan pada proyek yang sebenarnya (lembar validasi akhir penelitian terlampir).

6.4 Kesimpulan

Pada bab ini telah dijelaskan hasil temuan dan pembahasan yang dilakukan. Dimana temuan dari penelitian ini berupa aplikasi *work structuring* yang mempengaruhi waktu pelaksanaan dan diterapkan pada proyek studi kasus. Aplikasi *work structuring* tersebut dapat dilihat dari penggunaan metode *half slab precast* dalam pelaksanaan pekerjaan pelat bangunan gedung XYZ yang sebelumnya direncanakan dengan metode konvensional.

Temuan kedua berupa penjadwalan pekerjaan pelat yang dilakukan dengan metode *half slab precast*. Dari hasil penjadwalan tersebut dapat dilihat bahwa dengan menggunakan metode ini, waktu pelaksanaan proyek menjadi lebih singkat. Durasi pelaksanaan proyek yang tadinya direncanakan akan dilaksanakan dalam 58 hari dengan metode konvensional, kini menjadi 43 hari dengan menggunakan *half slab precast*. Artinya, dengan menerapkan aplikasi *work structuring*, waktu pelaksanaan yang dibutuhkan menjadi lebih sedikit. Pernyataan tersebut menjawab hipotesa awal penelitian bahwa dengan menerapkan aplikasi *work structuring*, dapat mereduksi waktu pelaksanaan proyek.



BAB 7

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Dari hasil temuan dan pembahasan yang telah dilakukan, dari penelitian ini dapat ditarik beberapa kesimpulan bahwa:

- 1) Terdapat beberapa aplikasi *work structuring* yang bersifat dominan yang telah diterapkan dalam proses perencanaan dan pelaksanaan pekerjaan pelat proyek gedung XYZ. Aplikasi tersebut antara lain menyederhanakan lokasi proyek sebagai lokasi pemasangan komponen-komponen yang telah dirakit di luar proyek, memanfaatkan teknologi yang dapat mengurangi waktu proses pelaksanaan, dan merencanakan ulang produk yang ingin dicapai untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat. Bentuk aplikasi tersebut, secara nyata dapat dilihat pada penggunaan *preslab* dan *wiremesh* pada pembuatan struktur pelat pada gedung XYZ yang mengakibatkan terjadinya pengurangan volume pada komponen pekerjaan pelat dan memperlancar proses pelaksanaan.
- 2) Dari penerapan beberapa variabel tersebut yang terangkum dalam metode *half slab precast* yang digunakan dalam proyek kemudian mengantarkan peneliti pada analisis durasi pelaksanaan komponen pekerjaan pelat yang terdiri dari pekerjaan bekisting, pekerjaan penulangan, pemasangan *precast*, dan pengecoran maka didapatkan total durasi pelaksanaan pekerjaan struktur atas sebanyak 43 hari. Durasi yang dibutuhkan lebih sedikit jika dibandingkan dengan pelaksanaan metode konvensional yang membutuhkan waktu 58 hari. Selisih durasi pelaksanaan ini sebesar 15 hari, yang artinya didapatkan efisiensi sebesar 26% terhadap waktu pelaksanaan pekerjaan pelat. Dengan menerapkan aplikasi *work structuring* dalam proses pelaksanaan proyek dapat memperlancar aliran pekerjaan dan mereduksi waktu pelaksanaan proyek.

7.2 Saran

Saran-saran yang dapat diberikan peneliti dalam penulisan skripsi ini antara lain:

- 1) Pelaksanaan suatu proyek konstruksi hendaknya selalu dilakukan *review* terhadap segala proses pelaksanaannya. Hasil *review* tersebut nantinya dapat dijadikan bahan pertimbangan dalam penyusunan proses pelaksanaan pekerjaan pada proyek serupa yang akan dilakukan setelahnya (proses *work structuring*). Konsep perbaikan yang berkelanjutan (*continous improvement*) harus selalu dilakukan untuk mencapai proses pelaksanaan yang efektif dan efisien dalam setiap proyek konstruksi.
- 2) Akan lebih baik lagi bila aplikasi *work structuring* ini juga diterapkan pada komponen struktur lain pada gedung XYZ agar dapat menghasilkan efisiensi waktu yang lebih baik lagi. Tentunya juga dengan mempertimbangkan segi biaya yang akan dikeluarkan agar tercapai keefisienan di segala sisi.
- 3) Aplikasi *work structuring* yang disebutkan dalam penelitian ini merupakan beberapa aplikasi yang sering digunakan pada proyek konstruksi di Indonesia. Diharapkan penelitian mengenai aplikasi *work structuring* lainnya dapat dilakukan untuk memperkaya informasi yang dapat memajukan dunia konstruksi di Indonesia.

REFERENSI

1. Abduh, M. “Konstruksi Ramping: Memaksimalkan *Value* dan Meminimalkan *Waste*” Prosiding Pendidikan Manajemen dan Rekayasa Konstruksi di Indonesia, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB, 2007.
2. Abduh, M. “Konstruksi Ramping Untuk Mencapai Konstruksi Yang Berkelanjutan” Seminar Nasional *Sustainability* dalam Bidang Material, Rekayasa dan Konstruksi Beton.
3. Alarcon, L., Betanzo C., Diethelm, S. Paper: *Reducing Schedule In Repetitive Construction Projects* (2004).
4. Alwi, S., Hampson, K., Mohamed, S. (2002). “*Non Value-Adding Activities: A Comparative Study of Indonesian and Australian Construction Projects.*” Proceedings of the 10th annual conference of the IGLC, Gramado, Brazil.
5. Asiyanto. 2008. *Metode Konstruksi Gedung Bertingkat*. Jakarta: UI-Press
6. Asroni, Ali. 2010. *Balok dan Pelat Beton Bertulang*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
7. Ballard, G. (1999). “Work Structuring.” *Lean Construction Institute White Paper-4*, Lean Construction Institute, Ketchum, ID, June 12.
8. Ballard, G., “*Lean Project Delivery System*”, *White Paper 8*, *Lean Construction Institute*, 2000a.
9. Ballard, G., “*Production System Design: Work Structuring Revisited*”, *White Paper 11*, *Lean Construction Institute*, 2001.
10. Ballard, G. (2000a). “Positive vs. Negative Iteration in Design”. *Proc. 8th Annual Conf. Int’l. Group Lean Constr. IGLC 8*, 17-19 July held in Brighton, UK.
11. Ballard, G. (2000b). “*Phase scheduling*”. *Lean Construction Institute, White Paper No. 7*. www.leanconstruction.org
12. Ballard, G., Koskela, L., Howell, G., Zabelle, T. (2001). “Production System Design in Construction.” *Proc. 9th Ann. Conf. of the Int’l. Group for Lean Constr.*, IGLC-9, Aug 6-8, Singapore.

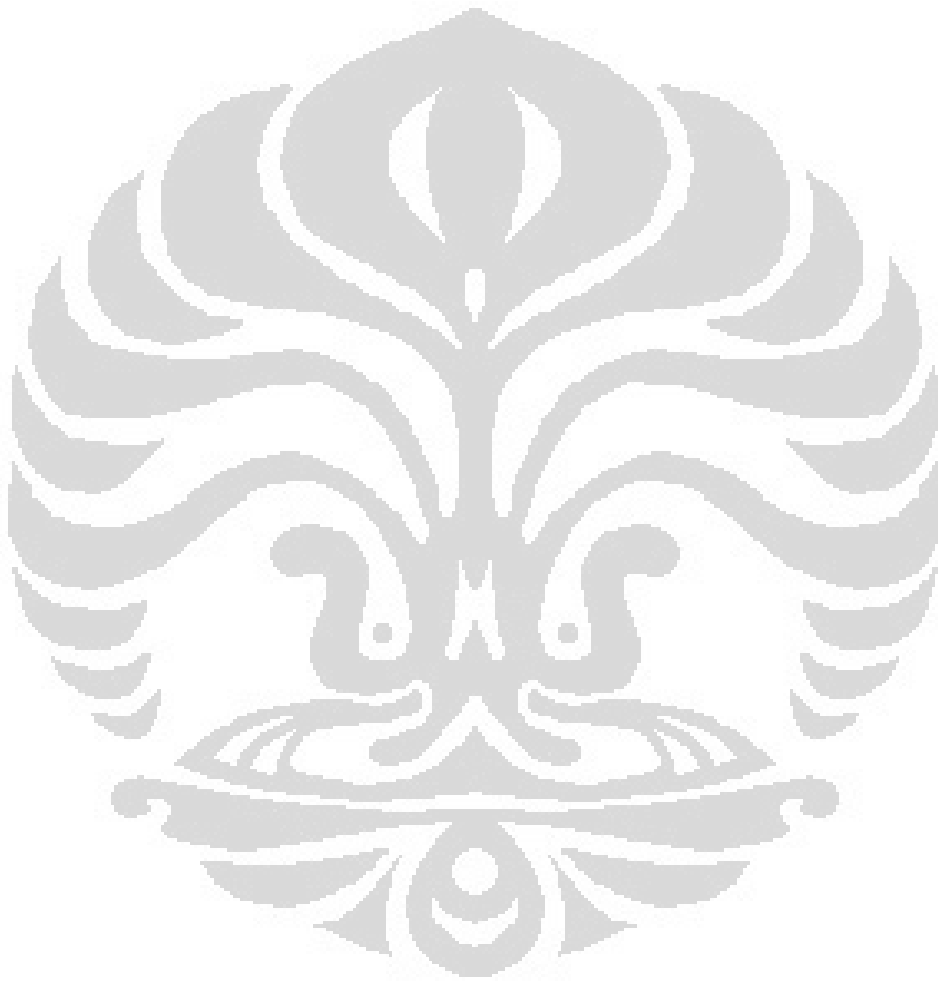
13. Ballard, G., and Howell, G. (2003). "An Update on Last Planner." *Proc. 11th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr.*, IGLC-11, July 22-24, Blacksburg, VA.
14. Barshan, A., Abdelhamid, T., and Syal M. (2004). Manufactured Housing Construction Value Using the Analytical Hierarchy Process. *Proceedings of the 12th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction*, Helsingor, Denmark. 433-447.
15. Bedworth, David D, James Bailey. 1987. *Integrated Production Control System*. John Wiley & Sons.
16. Callahan, Michael T. Daniel G Quackenbush, James E Rowing. 1992. *Construction Project Scheduling*. Mc Graw-Hill.
17. Cnudde, M. 1991. Lack of quality in construction - economic losses. European Symposium on Management, Quality and Economics in Housing and Other Building Sectors, Lisbon, September 30 - October 4, 1991. Proceedings, pp. 508 - 515.
18. Dipohusodo, Istimawan. 1996. *Manajemen Proyek dan Konstruksi Jilid 1*. Yogyakarta: Kanisius.
19. DTI (*Sustainable Construction Team*) . *Sustainable Construction Brief 2*, April 2004.
20. El-Rayes, Khaled and Khalied Hyari. *Optimal Planning and Scheduling for Repetitive Construction Projects*, *Journal of Construction Engineering and Management*, Vol. 22, No. 1, January 2006, ASCE.
21. Freire, J., Alarcon, L.F. 2002. *Achieving a Lean Design Process: An Improvement Methodology*. *ASCE Journal of Construction Engineering and Management*, 128(3), 248-256.
22. G. Polat and Y. Buyuksaracoglu. *Using Discrete-event Simulation for Process Modeling: Case of Work Structuring of Asphalt Highway Construction Operations (Journal of Construction Management and Economics, 2009)*.
23. Garnisia, Mellisa. *Strategi Pola Pembayaran Proyek EPC kepada Pihak Ketiga PT X Terhadap Keuntungan Proyek dengan Pendekatan Simulasi Cash Flow*. Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2009.

24. Kerzner, Harold. 2001. *Project Management: A System Approach To Planning, Scheduling, and Controlling*. Canada: John Wiley & Sons.
25. Koskela, L. 1992. *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Technical Report No. 72, Stanford, EUA: CIFE, 75 pp.
26. Koskela, L., Howell, G., Ballard, G. and Tommelein, I.D. 2002. "The Foundation of Lean Construction". Edited by Best, T. and de Valence, G. *Design and Construction: Building in Value*. Butterworth-Heinemann, New York, NY, 504
27. Koskella, Lauri .2004. *Making-do – the eighth category of waste. Proceedings of the 12th Annual Meeting of the International Group for Lean Construction*, Helsingor, Denmark.
28. Krupka, Dan C. 1992. Time as a Primary System Metric. In: Heim, Joseph A. & Compton, W. Dale (ed.). 1992. *Manufacturing systems: foundations of world-class practice*. National Academy Press, Washington, DC. Pp. 166 - 172.
29. LCI 2004. Lean Construction Institute, <http://www.leanconstruction.org/>
30. Meredith, J. (1998). "Building operations management theory through case and field research." *J. Operations Mgmt.*, Elsevier Science B.V., vol. 16, p. 441-454.
31. Mossman, Alan. 2009. *Creating Value: a sufficient way to eliminate waste in lean design and lean production*. *Lean Construction Journal 2009 pp 13-23*.
32. Nunnally, S.W. 1998. *Construction Methods and Management*. United States of America: Prentice Hall.
33. Ohno, Taiichi. 1998. *Toyota Production System: Beyond Large-scale Production* Productivity Press
34. Pinch, Lauren. *Lean Construction Eliminating the Waste*, *Construction Executive Magazine ed. November 2005*.
35. Riduan. 2002. *Skala Pengukuran Variabel-variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta.
36. Ronald, W., et al., *Probability and Statistics for Engineers and Scientist, International Edition, Seventh Edition*, Prentice Hall.

37. Singarimbun, M. dan Effendi, S. 1987. *Metode Penelitian Survei*. Jakarta: LP3ES
38. Surakhmad. 1992. *Metode Penelitian*. Jakarta
39. Tobing, Tohom L. 2003. Critical Success Factor Pembangunan Proyek Jalan di Indonesia. Tesis Program Pasca Sarjana Bidang Ilmu Teknik Program Studi Teknik Sipil, Universitas Indonesia.
40. Tommelein, I.D., Riley, D., and Howell, G.A. (1999). "Parade Game: Impact of Work Flow Variability on Trade Performance." ASCE, *J. Constr. Engrg. Mgmt.*, 125 (5) 304-310.
41. Tsao, C.C.Y., Tommelein, I.D., Swanlund, E., and Howell, G.A. (2000). "Case Study for Work Structuring: Installation of Metal Door Frames." *Proc. 8th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr.*, IGLC-8, July 17-19, Brighton, UK.
42. Tsao, Cynthia C.Y. and Iris D. Tommelein. 2001. *Integrated Product-Process Development By A Light Fixture Manufacturer. Procciding 9th Ann. Conf. Int'l Group for Lean Constr.*, IGLC-9, Singapore.
43. Tsao, C.C.Y. and Tommelein, I.D. (2004). "Creating Work Structuring Transparency In Curtain Wall Design." *Proc. 12th Ann. Conf. of the Int'l. Group for Lean Constr.*, IGLC-12, Aug 3-5, Elsinore, Denmark,
44. Tsao, C.C.Y., Tommelein, I.D., Swanlund, E., and Howell, G.A. (2004). "Work Structuring to Achieve Integrated Product-Process Design." ASCE, *J. of Constr. Engrg. and Mgmt.*, Nov/Dec, 130 (6) 780-789.
45. Tsao, Cynthia C.Y. *Disertasion: Use of Work Structuring to Increase Performance Of Project-Based Production System (2005)*. University of California, Berkeley.
46. Tubagus Ali Haedar. 1995. Prinsip-prinsip Network Planning. Jakarta: Gramedia Pustaka.
47. Wahyu Indra Budi, Identifikasi Faktor-faktor Penyebab Keterlambatan Waktu Konstruksi yang Dianalisa Dengan Konsep *Lean Construction*, Skripsi, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, 2010.
48. Wandahl, S., and Bejder, E. (2003). "Value-based Management in the Supply Chain of Construction Projects". *Proceedings of the 11th Annual*

Meeting of the International Group for Lean Construction, Blacksburg, Virginia, USA.

49. Womak, JP and DT Jones (2003, 1966) *Lean Thinking: Banish waste and create wealth in your corporation* Simon and Schuster.
50. Yin, Robert K. 1994. *Case Study Research: Design and Method*. California: SAGE Publication .



RISALAH SIDANG SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
KEKHUSUSAN MANAJEMEN KONSTRUKSI

Nama : Riska Pravitya
 NPM : 0706266632
 Judul Skripsi : Aplikasi *Work Structuring* Dalam Perencanaan Pekerjaan Pelat Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek Bangunan Gedung Bertingkat

Dosen Pembimbing: Mohammed Ali Berawi, M.Eng.Sc, Ph.D

No.	Pertanyaan	Keterangan
1	Apa pembelajaran yang dapat dipetik dari hasil penelitian ini?	Dari penelitian ini dapat dipelajari beberapa bentuk penerapan work structuring yang dapat dijadikan dasar pengambilan keputusan dalam merencanakan pelaksanaan proyek yang efisien.

Dosen Pembimbing: Juanto Sitorus, S.Si, MT, CPM, PMP

No.	Pertanyaan	Keterangan
1	Lengkapi gambaran hasil <i>schedule development</i> yang menjelaskan perbedaan <i>sequencing</i> antara kedua metode, pada halaman 100	Telah dilakukan penambahan hasil perbandingan <i>schedule development</i> kedua metode pada gambar 6.2-6.4

2	Perbaiki tabel yang ada di halaman 93-94, dibuat berlanjut (tidak terpotong)	Telah dilakukan perbaikan pada tabel 5.6 dan tabel 5.7 pada halaman 92 dan 93.
---	--	--

Dosen Penguji: Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, MT

No.	Pertanyaan	Keterangan
1	Perbaiki penulisan judul tabel pada halaman 28 (tabel 2.1), seharusnya diletakkan di atas tabel	Sudah dilakukan perbaikan pada tabel 2.1. Nama tabel telah diletakkan di atas tabel.
2	Perbaiki jarak antara judul subbab dan kalimat di bawahnya, harus seragam	Sudah dilakukan penyesuaian jarak antara judul subbab dengan kalimat di bawahnya.
3	Jadwal hasil pengolahan data pada halaman 95-96 lebih baik dijadikan lampiran	Sudah dilakukan penambahan pada lampiran jadwal pelaksanaan
4	Lampiran tabel BOQ diberi nama dan nomor tabel.	Sudah dilakukan pemberian nama dan nomor tabel
5	Beri kalimat pengantar sebelum tabel 5.7	Sudah dilakukan penambahan kalimat pengantar sebelum tabel 5.7
6	Lampiran diberi nomor halaman melanjutkan halaman isi	Sudah dilakukan penyesuaian pada lampiran
7	Pembahasan hasil observasi belum dijabarkan per komponen pekerjaan pelat, jabarkan dan jelaskan dimana terjadinya efisiensi	Telah dilakukan pembahasan hasil observasi tiap komponen pekerjaannya. Dapat dilihat pada subbab 6.3.1
8	Dimana letak <i>work structuring</i> dalam suatu proses konstruksi dan bagaimana kaitannya dengan <i>schedule development</i> ?	<i>Work structuring</i> mendasari seluruh fase konstruksi yang menggunakan konsep konstruksi ramping seperti yang telah dijabarkan pada bab 2.

		<i>Work structuring</i> juga sebagai sarana menentukan urutan kegiatan konstruksi, yang artinya berada dalam tahap <i>activity sequencing</i> .
9	Apa perbedaan perencanaan pelaksanaan yang bersifat konvensional dengan konsep <i>work structuring</i> ?	Perencanaan yang bersifat konvensional mengadopsi teori produksi tradisional, sedangkan konsep <i>work structuring</i> mengadaptasi teori produksi ramping yang menyatakan bahwa prosesnya terdiri dari <i>moving, waiting, processing, inspecting</i> .
10	Bagaimana hasil perbandingan <i>sequencing</i> antara metode konvensional dengan metode HSP?	Sudah dijabarkan pada bab 5 pada tabel hubungan antar kegiatan dan pada subbab 6.2.2 pada hasil penjadwalan pekerjaan pelat.
11	Jelaskan proses perhitungan estimasi durasi pekerjaan dari tiap metode.	Sudah dijelaskan pada bab pengolahan data (bab 5), Dimana data volume pekerjaan didapat dari BOQ proyek XYZ.
12	Apakah sudah dilakukan validasi terhadap hasil penelitian?	Telah dilakukan validasi hasil penelitian kepada manajer proyek. ditunjukkan dengan bukti validasi hasil penelitian yang ada pada lampiran.
13	Berikan contoh proses <i>waiting</i> dalam pelaksanaan pekerjaan pelat yang dilakukan di proyek.	<i>Waiting</i> terjadi pada saat adanya material yang menanti untuk diolah akibat belum tersedianya tenaga. Lebih baik jika menggunakan komponen yang telah difabrikasi di luar sehingga ketika datang di proyek

		akan langsung digunakan dan mempercepat proses.
14	Jelaskan mengenai reduksi waste yang terjadi di proyek ini.	Seperti yang telah dijelaskan bahwa fokus penelitian ini dilakukan terhadap waktu pelaksanaan, dan telah dijelaskan usaha-usaha untuk memperlancar proses dan mereduksi waktu pelaksanaan
15	Dimana keterkaitan upaya efisiensi yang terjadi dengan hasil penelitian, bahwa 57% merupakan kegiatan pemborosan? Tunjukkan dalam prosentase sehingga dapat diperoleh kesimpulan dari penjelasan tersebut	Dalam penelitian disebutkan bahwa 57% adalah kegiatan pemborosan, yang salah satu variabelnya adalah waktu pelaksanaan. Dalam penelitian ini dapat dilihat bahwa dengan menerapkan <i>work structuring</i> dapat mengefisiensikan waktu pelaksanaan sebesar 26%

Dosen Penguji: Ir. Setyo Suprijadi, MS

No.	Pertanyaan	Keterangan
1	Lebih baik apabila ditambahkan bentuk prosentase kecenderungan penghematan waktu yang terjadi pada proyek gedung XYZ	Sudah dilakukan penghitungan bentuk prosentase efisiensi waktu yang terjadi di proyek ini, yaitu sebesar 26% (dijelaskan pada subbab 6.3.2)
2	Apa yang dimaksud dengan penyederhanaan lokasi proyek menjadi lokasi pemasangan komponen yang telah dirakit diluar?	Sudah dijelaskan pada subbab 6.3.1.1

3	Pernah disebutkan tentang <i>work structuring</i> terpadu. Jelaskan pengertian tersebut.	<i>Work structuring</i> memang dilaksanakan secara terpadu untuk menciptakan proses pelaksanaan yang lancar dan efisien.
---	--	--



Depok, November 2011

Menyetujui,
Pembimbing II

Menyetujui,
Pembimbing I

(Juanto Sitorus S.Si, MT, CPM, PMP)

(M. Ali Berawi, M.Eng.Sc, Ph.D)

**APLIKASI *WORK STRUCTURING* DALAM PERENCANAAN
PEKERJAAN PELAT TERHADAP WAKTU PELAKSANAAN PROYEK BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT
(Studi Kasus Proyek X pada PT. Y)**



**KUISIONER PENELITIAN SKRIPSI KEPADA PAKAR
(VERIFIKASI, KLARIFIKASI, DAN VALIDASI)**

Oleh

RISKA PRAVITYA

0706266632

**PROGRAM SARJANA DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA**

Abstrak

Proyek konstruksi merupakan sebuah proyek yang kompleks, dimana melibatkan banyak kegiatan di dalamnya. Begitu juga sumber daya, baik berupa alat, tenaga kerja waktu dan material yang harus direncanakan penggunaannya secara efisien agar dapat mencapai sasaran yang diharapkan tanpa menyebabkan banyak pemborosan. Seperti yang telah kita ketahui, tahap perencanaan (*planning*) merupakan tahap yang sangat penting sebelum melaksanakan suatu kegiatan konstruksi. Dalam tahap perencanaan akan ditentukan apa saja *value* yang akan dicapai, bagaimana cara mencapai *value* tersebut, siapa yang melaksanakannya dan kapan waktu pelaksanaannya. Dalam penerapan konstruksi ramping (*lean construction*), tahap perencanaan dilakukan dengan menggunakan alat bantu berupa teori *work structuring*, dimana dengan alat tersebut para perencana dapat merancang produk dan proses pelaksanaan konstruksi dengan tujuan untuk mendapatkan hasil pelaksanaan konstruksi dengan aliran kerja yang andal dan cepat sekaligus dapat menyampaikan *value* yang diinginkan pihak pemberi kerja.

Penerapan teori *work structuring* dalam proses perencanaan proyek diharapkan dapat memperlancar aliran kerja sekaligus dapat dijadikan alat bantu untuk memperlancar siklus pelaksanaan dan memiliki kemungkinan dapat mereduksi waktu pelaksanaan proyek. Dengan begitu, dapat terbentuk penjadwalan proyek yang efisien, mampu menciptakan aliran kerja yang lancar dan dapat meminimalisasikan pemborosan, terutama pemborosan waktu dalam pelaksanaan pekerjaan.

Tujuan Pelaksanaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apa saja bentuk penerapan konsep *work structuring* pada perencanaan pekerjaan pelat bangunan gedung bertingkat yang dapat memberikan pengaruh dominan terhadap waktu pelaksanaan proyek, serta untuk mengetahui dampak yang dihasilkan dari penerapan konsep *work structuring* tersebut terhadap waktu pelaksanaan proyek.

Tujuan Pelaksanaan Validasi

Tujuan utama dari survey ini adalah untuk mendapatkan hasil penelitian yang valid dengan mengambil pendapat pakar terhadap aplikasi *work structuring* yang diterapkan dalam perencanaan proyek yang dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek.

Kerahasiaan Informasi

Seluruh informasi yang Bapak/Ibu berikan dalam penelitian ini akan dijamin kerahasiaannya.

Informasi Hasil Penelitian

Setelah seluruh informasi yang masuk dianalisis, temuan dari studi ini akan disampaikan kepada perusahaan Bapak/Ibu. Apabila Bapak/Ibu memiliki pertanyaan mengenai penelitian ini, dapat menghubungi:

1. Peneliti/Mahasiswa : **Riska Pravitya** pada HP 08566279595 atau e-mail ris_sipilui@yahoo.com
2. Dosen Pembimbing I : **M. Ali Berawi, M.Eng.Sc, Ph.D**, pada HP 081218012207 atau e-mail ale.berawi@gmail.com
3. Dosen Pembimbing II: **Juanto Sitorus, S.Si, MT, CPM, PMP** pada HP 08121053292 atau e-mail joe_andel@yahoo.com.sg

Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu meluangkan waktu untuk mengisi kuisisioner penelitian ini. Semua informasi yang Bapak/Ibu berikan dalam penelitian ini dijamin kerahasiaannya dan hanya akan dipakai untuk keperluan penelitian saja.

Hormat Saya,

Riska Pravitya

Data Responden dan Petunjuk Singkat

1. Nama Responden :
2. Nama Perusahaan :
3. Alamat Perusahaan :
4. Nomor Telepon/Hp :
5. Jabatan :
6. Pengalaman Kerja : (tahun)
7. Pendidikan Terakhir : S1/S2/S3 (coret yang tidak perlu)
8. Tanda Tangan :

A. Petunjuk Pengisian Kuisisioner

1. Jawaban merupakan persepsi Bapak/Ibu terhadap variabel aplikasi *work structuring* pada proyek konstruksi yang mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek.
2. Bapak/Ibu diharapkan membubuhkan tanda ceklis pada kotak di sebelah kiri kotak “ya” jika narasumber setuju dengan pernyataan kuisisioner yang disajikan.
3. Bapak/Ibu diharapkan membubuhkan tanda ceklis pada kotak di sebelah kiri kotak “tidak” jika narasumber tidak setuju dengan pernyataan kuisisioner yang disajikan.

4. Bapak/Ibu diharapkan memberikan komentar, tanggapan, masukan, perbaikan, dan koreksi mengenai variabel aplikasi *work structuring* pada proyek konstruksi pada tabel yang telah disediakan.
5. Jika ada pernyataan yang ingin ditambahkan oleh Bapak/Ibu untuk dijadikan variabel tambahan, dapat dituliskan variabel dan indikatornya di halaman “Rekomendasi Variabel” di yang telah disediakan.

B. Contoh Pengisian Kuisisioner

1. Apakah variabel di bawah ini mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek pembangunan gedung bertingkat?

Dengan berdasarkan pengalaman pada proyek yang Bapak/Ibu kelola, apakah variabel-variabel aplikasi *work structuring* di bawah ini mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek? Dan apakah Anda setuju, variabel-variabel di bawah ini dapat dijadikan variabel aplikasi *work structuring* yang dapat mempengaruhi waktu pelaksanaan proyek?

Variabel	Indikator	Kode	Pernyataan			Komentar/Tanggapan/Masukan/Perbaikan
Mengurangi waktu untuk pekerjaan ulang (<i>rework</i>)	Melakukan inspeksi proses produksi/pelaksanaan	X14	√	ya	tidak	Setuju, karena....
	Melakukan tindakan terhadap penyebab pekerjaan gagal	X15	√	ya	tidak	Setuju, hanya saja lakukan perbaikan kalimat menjadi ...

Tabel Variabel Aplikasi Work Structuring yang Bepengaruh Terhadap Waktu Pelaksanaan Proyek

Variabel	Indikator	Kode	Pernyataan			Komentar/Tanggapan/ Masukan/Perbaikan
Membuat susunan pekerjaan untuk memperlancar proses alir pelaksanaan	Menentukan jenis, ukuran, dan lokasi kegiatan penyangga untuk kemungkinan terjadinya perubahan	X1	ya	tidak		
	Membuat tingkat produksi sama dengan tingkat kebutuhan	X2	ya	tidak		
	Menyusun proses alir pekerjaan pada <i>supplier</i>	X3	ya	tidak		
	Menyusun proses alir kegiatan antara <i>supplier</i> dengan pabrik	X4	ya	tidak		
	Menyusun proses alir pekerjaan pada pabrik	X5	ya	tidak		
	Menyusun proses alir kegiatan antara pabrik dengan lokasi proyek	X6	ya	tidak		

Variabel	Indikator	Kode	Pernyataan			Komentar/Tanggapan/ Masukan/Perbaikan
				ya	tidak	
	Menyusun proses alir pekerjaan pada lokasi proyek	X7		ya	tidak	
	Menyederhanakan lokasi proyek sebagai lokasi pemasangan komponen-komponen yang telah dirakit di luar lokasi proyek	X8		ya	tidak	
	Minimalisasi iterasi negatif pada saat perencanaan	X9		ya	tidak	
	Mengurangi perubahan-perubahan (<i>variability</i>) yang bersifat buruk	X10		ya	tidak	
	Meningkatkan keselamatan dalam proses pelaksanaan proyek	X11		ya	tidak	

Variabel	Indikator	Kode	Pernyataan			Komentar/Tanggapan/ Masukan/Perbaikan
Mengurangi waktu inspeksi	Melakukan inspeksi secara otomatis	X12	ya		tidak	
	Menyatukan proses inspeksi ke dalam proses produksi (tidak mengambil waktu khusus)	X13	ya		tidak	
Mengurangi waktu untuk pekerjaan ulang (<i>rework</i>)	Melakukan inspeksi proses produksi/pelaksanaan	X14	ya		tidak	
	Melakukan tindakan terhadap penyebab pekerjaan gagal	X15	ya		tidak	
	Melakukan penyederhanaan produk untuk membatasi terjadinya kesalahan	X16	ya		tidak	
Melakukan pengontrolan pekerjaan untuk memperlancar proses alir pelaksanaan	Meningkatkan transparansi dalam proses pelaksanaan	X17	ya		tidak	

Variabel	Indikator	Kode	Pernyataan			Komentar/Tanggapan/ Masukan/Perbaikan
Mengurangi waktu proses produksi/ pelaksanaan	Mengurangi tahapan proses pelaksanaan dalam proyek	X18	ya		tidak	
	Memfaatkan teknologi yang dapat mengurangi waktu proses pelaksanaan (<i>processing times</i>)	X19	ya		tidak	
	Merencanakan ulang produk yang ingin dicapai untuk mendapatkan waktu proses yang lebih singkat	X20	ya		tidak	
	Menciptakan kondisi <i>interface</i> yang konsisten	X21	ya		tidak	
Mengurangi penumpukan sumber daya di lokasi kerja (<i>inventories</i>)	Mengurangi perubahan-perubahan (<i>variability</i>) yang bersifat buruk	X22	ya		tidak	
	Mengurangi waktu pemasangan di lapangan	X23	ya		tidak	

Variabel	Indikator	Kode	Pernyataan			Komentar/Tanggapan/ Masukan/Perbaikan
	Penyediaan material dan informasi langsung ketika dibutuhkan dan akan digunakan	X24	ya	tidak		
Mengurangi sumber daya yang dipindahkan dari luar <i>site</i> dan tidak diproduksi di dalam <i>site</i>	Mengurangi jarak pengiriman antara lokasi kerja dengan lokasi sumber daya yang diproduksi di luar	X25	ya	tidak		
	Meningkatkan kecepatan perpindahan dari produsen ke lokasi kerja	X26	ya	tidak		
	Mengurangi jumlah perpindahan	X27	ya	tidak		

Terima kasih atas kesediaan Bapak/Ibu meluangkan waktu untuk mengisi kuisisioner ini.

Hormat saya,





Riska Pravitya




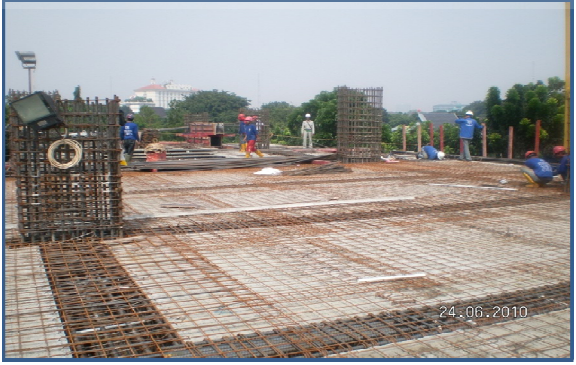
Rekomendasi Variabel Aplikasi *Work Structuring* Yang Dapat Mempengaruhi Waktu Pelaksanaan Proyek





Variabel	Indikator	Keterangan

- TERIMA KASIH -

Tabel L.1 Foto Pelaksanaan Proyek Gedung Parkir XYZ

No	Foto	Keterangan
1		<p>Jenis perancah balok yang digunakan pada proyek XYZ</p>
2		<p>Pemasangan perancah bekisting balok</p>
3		<p>Bekisting balok yang telah terpasang</p>
4		<p>Pemasangan bekisting balok</p>

5		Perakitan tulangan balok
6		Pemasangan preslab dibantu oleh operator dari supplier precast
7		Preslab yang sudah terpasang di lokasi
8		Tulangan pelat dan balok yang sudah tersusun dan siap di cor

9		<p>Pertemuan tulangan preslab dengan tulangan balok dan wiremesh</p>
10		<p>Proses pengecoran dengan menggunakan bucket dan Tower Crane</p>
11		<p>Hasil pengecoran balok yang masih ditopang perancah</p>
12		<p>Hasil pengecoran pelat dan balok</p>