



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS TEKNOLOGI METODE *PRECAST* KOLOM
TERHADAP EFISIENSI WAKTU DAN BIAYA PROYEK DI
INDONESIA**

SKRIPSI

**REZA PRASTOWO
0806329552**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM SARJANA
DEPOK
JUNI 2012**



UNIVERSITAS INDONESIA

**ANALISIS TEKNOLOGI METODE *PRECAST* KOLOM
TERHADAP EFISIENSI WAKTU DAN BIAYA PROYEK DI
INDONESIA**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana

**REZA PRASTOWO
0806329552**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
BIDANG KEKHUSUSAN MANAJEMEN KONSTRUKSI
DEPOK
JUNI 2012**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Reza Prastowo

NPM : 0806329552

Tanda Tangan : 

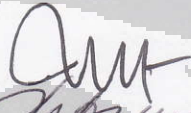



Tanggal : 28 Juni 2012

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Reza Prastowo
NPM : 0806329552
Program Studi : Teknik Sipil
Judul Sripsi : Analisis Teknologi Metode Precast Kolom
Terhadap Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek di
Indonesia

Telah berhasil diujikan 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 1 : Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, M.T. ()
Pembimbing 2 : Ir. Eddy Subiyanto, M.M.,M.T. ()
Penguji : Ir. Nur Al Fata, MT ()
Penguji : Ir. Agus Saroso, MT ()

Ditetapkan di : Depok

Tanggal : 5 Juli 2012

KATA PENGANTAR/UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur kehadirat Allah SWT karena atas rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan seminar ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik Fakultas Teknik Departemen Teknik Sipil Universitas Indonesia.

Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan yang diberikan oleh berbagai pihak yang telah membantu dari masa perkuliahan hingga proses penyusunan seminar ini, maka seminar ini tidak dapat diselesaikan oleh penulis. Oleh karena itu, saya ingin mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Prof Dr. Ir. Yusuf Latief, M.T selaku pembimbing I yang telah menyediakan waktu, tenaga serta pemikirannya untuk mengarahkan saya dalam pembuatan Skripsi ini.
- 2) Ir. Eddy Subiyanto, M.M., M.T selaku pembimbing II saya yang telah menyediakan waktu, tenaga dan pikirannya untuk membantu saya dalam Penelitian ini.
- 3) Ir. Ashiyanto, MBA, IPU selaku penguji seminar yang telah sangat banyak memberikan masukan serta pencerahan terhadap penelitian ini
- 4) Ir. Wisnu Isvara, MT selaku penguji seminar yang telah memberikan berbagai referensi yang dibutuhkan guna menyelesaikan penelitian ini.
- 5) Ir. Nur Al Fata, MT Selaku Penguji saya yang telah membantu memberikan masukan terhadap teori-teori yang saya kemukakan
- 6) Ir. Agus Saroso, MT selaku Penguji saya yang telah membantu dalam menentukan berbagai referensi yang saya butuhkan dalam penelitian ini
- 7) Ir. Sumadi Wijoyo selaku kepala bagian produksi PT Adhimix Precast Indonesia yang telah bersedia mengajarkan banyak hal mengenai precast selama saya bekerja di Plant Cibitung.
- 8) Orang tua dan keluarga saya yang telah memberikan dukungan moral dan material agar saya dapat menyelesaikan skripsi ini.

- 9) Seluruh Sahabat Manajemen Konstruksi 2011 khususnya Putra, Tony, Indra, Oghie, Ganjar, Mila, Tadho, Bundo, Rozi, Devi, Jauzy, Tekad, Ezi, Abud, Budi Terima kasih telah memberikan bantuan/dukungan selama penelitian ini
- 10) Sahabat sipil lingkungan 2008 terutama Sella, Nanda, Asrovi, Meydam, Qi Yahya, Dimas, Sandy, Eqhi, Fatchur, Dini, Kiki, Dita, Isan, Bulek, Akang, Cipta, Mutia, Gabby, Yusak, Lambang dan teman teman lainnya yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah membantu dan memberikan semangat serta doa untuk menyelesaikan Skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap agar Allah SWT dapat membalas kebaikan dari semua pihak yang telah membantu selesainya Skripsi ini, semoga skripsi ini dapat berguna bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

Depok, 28 Juni 2011



Penulis

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

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

Nama : Reza Prastowo
NPM : 0806329552
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:

Analisis Teknologi Metode Precast Kolom Terhadap Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek di Indonesia.

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 : 28 Juni 2012

Yang menyatakan,



(Reza Prastowo)

ABSTRAK

Nama : Reza Prastowo
Program Studi : Teknik Sipil
Judul : Analisis Teknologi Metode Precast Kolom Terhadap Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek di Indonesia

Teknologi merupakan suatu penerapan dari perpaduan ilmu pengetahuan yang dapat bermanfaat bagi seluruh umat manusia, oleh sebab itu pengembangan dan pemberian kepercayaan kepada suatu teknologi yang sedang berkembang merupakan suatu hal yang harus dilakukan. Metode konstruksi pra cetak terhadap sebuah struktur yaitu kolom juga merupakan sebuah teknologi yang sedang berkembang di Indonesia. Namun masih barunya teknologi ini berkembang membuat belum timbulnya kepercayaan kepada teknologi ini walaupun metode ini berpotensi untuk meningkatkan keseluruhan kinerja proyek baik dari segi waktu dan biaya, oleh karena itu penulis memilih untuk menganalisa masalah ini untuk membuktikan efisiensi dari teknologi pra cetak kolom

Kata Kunci:

Pra cetak, Struktur kolom, Efisiensi Proyek, Metode Konstruksi

ABSTRACT

Name : Reza Prastowo
Study Program : Civil Engineering
Title : Analysis of Precast Column Method Technology Against Time and Cost Efficiency of Projects in Indonesia

Technology is an implementation of science combination that could be usefull for the mankind, therefore improvement and trust that given to the developing technology is something that must do. Precast construction method for column is developing in Indonesia. But because of this is a new developing technology it makes this technology credibility is still questionable by the people even this technology has a potency of improving overall time and cost efficiency of the project, therefore the writer choose to analyze this problem to prove of the precast column technology efficiency

Key words:

Precast, Column Structure, Project Efficiency, Construction Method

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	vi
ABSTRAK/ABSTRACT	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.1.1 Fokus Penelitian.....	2
1.1.2 Argumentasi Penelitian	2
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.2.1 Deskripsi Masalah	2
1.2.2 Signifikasi Masalah.....	3
1.2.3 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Batasan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	5
1.7 Keaslian Penelitian	5
2 LANDASAN TEORI.....	7
2.1 Pendahuluan	7
2.1.1 Sejarah Perkembangan Beton Dunia	7
2.1.2 Perkembangan Beton Bertulang	13
2.1.3 Beton Prategang.....	15
2.1.4 Beton Pracetak.....	17
2.1.5 Penelitian Terkait Mengenai Teknologi Precast Kolom.....	19
2.2 Metode Untuk Struktur Kolom	20
2.2.1 Metode Cast in Situ	20
2.2.1.1 Pekerjaan Pembesian	20
2.2.1.2 Pekerjaan Bekisting	21
2.2.1.3 Pekerjaan Pengecoran	21
2.2.1.4 Pekerjaan Perawatan	22
2.2.2 Metode Precast.....	22

2.2.2.1 Erecting	23
2.2.2.2 Installing.....	23
2.3 Faktor Resiko Penggunaan Precast Kolom.....	24
2.3.1 Safety Faktor.....	24
2.3.1.1 Safety Pada Transportasi.....	24
2.3.1.2 Safety Pada Unloading.....	25
2.3.1.3 Safety Pada Erection	25
2.3.1.4 Safety Pada Installation.....	25
2.3.1.5 Precast Safety Reference.....	26
2.3.2 Delay Risk.....	26
2.3.2.1 Traffic and Route Difficulties	27
2.3.2.2 Miscommunication Order	27
2.3.2.3 Equipment Problem	27
2.3.2.4 Poor Scheduling.....	27
2.3.3 Accuracy Risk.....	28
2.3.3.1 Poor Skilled Worker	28
2.3.3.2 Failure and Crack.....	28
2.4 Faktor Resiko Pada Metode Konvensional.....	29
2.4.1 Safety Factor.....	29
2.4.2 Delay Risk.....	29
2.4.2.1 Batching Plant Problem.....	30
2.4.2.2 Poor Tower Crane Scheduling.....	30
2.4.2.3 Low Capacity Worker.....	30
2.4.3 Accuracy Risk.....	31
2.4.3.1 Batching Plant Inaccuracy.....	31
2.4.3.2 Poor Maintenance Formwork.....	31
2.4.3.3 Bad Steel Reinforce Positioning.....	31
2.4.3.4 Low Skilled Worker When Vibrating.....	31
2.4.3.5 Additional Work for Finishing of Cracking.....	32
2.4.3.6 Additional Cost from Waste Inefficiencies.....	32
2.5 Pengaruh Penerapan Metode Precast Terhadap Biaya dan Waktu	32
2.6 Metode Joint Precast Kolom.....	33
2.6.1 Sambungan Basah.....	33
2.6.2 Sambungan Kering	34
2.6.3 Sambungan Pengembangan.....	35
2.7 Peralatan Precast Kolom.....	36
2.7.1 Truck.....	36
2.7.2 Mobile Cranes	39
2.7.2.1 Crawler Cranes	40
2.7.2.2 Hydraulic Cranes	41
2.7.3 Tower Cranes.....	42

2.7.3.1 Free Standing Crane.....	43
2.7.3.2 Rail Mounted Crane.....	44
2.7.3.3 Tied in Tower Crane.....	45
2.7.3.4 Climbing Crane.....	45
2.8 Kerangka Berpikir dan Hipotesa.....	45
2.8.1 Kerangka Berpikir.....	47
2.8.2 Hipotesa.....	48
3 METODOLOGI PENELITIAN.....	49
3.1 Pendahuluan.....	49
3.2 Strategi Penelitian.....	49
3.2.1 Studi Banding.....	49
3.2.2 Studi Manufaktur.....	49
3.2.3 Studi Pengguna Jasa.....	50
3.3 Proses Penelitian.....	50
3.3.1 Perhitungan Kapasitas Produksi.....	52
3.3.2 Pengaruh Terhadap Waktu.....	52
3.3.3 Pengaruh Terhadap Biaya.....	52
3.3.4 Analisa Terhadap Resiko.....	52
3.3.5 Analisa Terhadap SDM.....	53
3.3.6 Perumusan Akhir Terhadap Faktor Waktu dan Biaya.....	53
3.3.7 Peninjauan Terhadap Efisiensi dan Efektifitas Metode.....	53
3.3.7.1 Peninjauan Efisiensi.....	54
3.3.7.2 Peninjauan Efektifitas.....	55
3.3.7.3 Peninjauan Break Even Point Precast.....	56
4 PENGOLAHAN DATA.....	57
4.1 Metode pengambilan data.....	57
4.1.1 Survey Data Proyek.....	58
4.1.1.1 Gambaran Umum Proyek.....	58
4.1.1.2 Tim Proyek.....	60
4.1.1.3 Data Teknis Proyek.....	61
4.1.1.4 Lingkup pekerjaan proyek.....	62
4.2 Analisa Data.....	63
4.2.1 Kesimpulan Data yang Didapatkan.....	63
4.2.2 Analisa Awal.....	66
4.3 Kapasitas Produksi Metode Kolom.....	66
4.3.1 Metode Instalasi Kolom Konvensional.....	68
4.3.2 Metode Instalasi Kolom Precast.....	69
4.3.3 Komparasi Schedule Pelaksanaan Kolom.....	71
4.3.4 Analisa Terhadap Project Duration.....	74

4.3.5 Analisa Three Zoning Overlap	74
4.4 Analisa Metode Konvensional	75
4.4.1 Analisa Gambar Progress Konvensional.....	75
4.4.2 Analisa Siklus Bar Chart Struktur Konvensional.....	84
4.5 Analisa Metode Kolom Precast.....	86
4.5.1 Analisa Metode Joint Kolom Precast.....	87
4.5.2 Analisa Gambar Progress Precast Kolom.....	89
4.5.3 Analisa Bar Chart Metode Precast Kolom.....	95
4.6 Analisa Terhadap Project Cost.....	95
4.6.1 Spesifikasi.....	96
4.6.2 Analisa Harga Satuan.....	97
4.6.3 Analisa Keseluruhan.....	101
4.6.4 Analisa Terhadap Break Even Point.....	104
4.6.4.1 Jumlah Lantai.....	104
4.6.4.2 Nilai Proyek.....	104
4.6.4.3 Perbandingan Biaya Langsung Kolom.....	105
4.6.4.4 Perbandingan Waktu Penyelesaian Struktur.....	105
4.6.4.5 Perbandingan Nilai Overhead.....	105
4.6.4.6 Analisa Biaya Pada Tower Crane.....	106
4.6.4.7 Perhitungan Biaya Konvensional vs Precast.....	106
4.6.4.8 Nilai Break Even Point.....	106
5 TEMUAN DAN HASIL.....	108
5.1 Pendahuluan.....	108
5.2 Pembahasan Hasil.....	108
6 KESIMPULAN DAN SARAN.....	113
6.1 Kesimpulan.....	113
6.2 Saran.....	114
DAFTAR ACUAN.....	115
DAFTAR PUSTAKA.....	117

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Perbandingan Umum.....	18
Tabel 2.2	Pengaruh Biaya	32
Tabel 2.3	Pengaruh Waktu.....	33
Tabel 2.4	Konfigurasi Truk.....	37
Tabel 3.1	Elemen Biaya	54
Tabel 3.2	Elemen Waktu.....	54
Tabel 4.1	Data Overall Proyek.....	64
Tabel 4.2	Data Siklus Kolom Konvensional.....	64
Tabel 4.3	Data Siklus Precast Kolom.....	65
Tabel 4.4	Dimensi Kolom Tipikal.....	65
Tabel 4.5	Kebutuhan Tenaga Kerja.....	65
Tabel 4.6	Peluang Resiko.....	66
Tabel 4.7	Analisa Index Metode Pembesian 2 Lantai.....	67
Tabel 4.8	Analisa Index Metode Pembesian 1 Lantai.....	67
Tabel 4.9	Analisa Biaya Metode Pembesian 2 Lantai.....	67
Tabel 4.10	Analisa Index Metode Pembesian 1 Lantai.....	67
Tabel 4.11	Analisa Sumberdaya Manusia.....	97
Tabel 4.12	Analisa biaya bekisting.....	97
Tabel 4.13	Analisa Resiko.....	98
Tabel 4.14	Analisa Harga Satuan Konvensional.....	100
Tabel 4.15	Analisa Harga Satuan Precast.....	100
Tabel 4.16	Estimasi perbandingan pengaruh kolom precast (tabel 1).....	102
Tabel 4.17	Estimasi perbandingan pengaruh kolom precast (tabel 2).....	103
Tabel 5.1	Hasil Perhitungan Akhir.....	110

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Instalasi Kolom Precast	34
Gambar 2.2	Sambungan Precast Kolom.....	35
Gambar 2.3	Diagram Penyambungan Joint	35
Gambar 2.4	Diagram Column Shoes Connector.....	36
Gambar 2.5	Truck Mixer with Pump	36
Gambar 2.6	Truck Precast	37
Gambar 2.7	Truck Tangki.....	38
Gambar 2.8	Diagram Mobile Crane	39
Gambar 2.9	Crawler Crane	40
Gambar 2.10	Hydraulic Crane	41
Gambar 2.11	Diagram Tower Crane	42
Gambar 2.12	Tower Crane	42
Gambar 2.13	Free Standing Crane	43
Gambar 2.14	Rail Mounted Crane	44
Gambar 2.15	Climbing Crane.....	45
Gambar 2.16	Bagan Kerangka Berpikir.....	47
Gambar 3.1	Diagram Penelitian.....	51
Gambar 3.2	Diagram Perkiraan Break Even Point.....	56
Gambar 4.1	Desain Greenbay Pluit.....	58
Gambar 4.2	Gambar denah lokasi proyek greenbay pluit.....	60
Gambar 4.3	Desain Tower A Greenbay Pluit.....	62
Gambar 4.4	Gambar sketsa Precast Kolom.....	71
Gambar 4.5	Schedule Harian Kolom konvensional.....	72
Gambar 4.6	Schedule Harian Kolom Precast.....	73
Gambar 4.7	Gambar Metode Konstruksi 3 Zona.....	74
Gambar 4.8	Keterangan Gambar Proses Konvensional.....	77
Gambar 4.9	Penjelasan Elemen Struktur.....	78
Gambar 4.10	Potongan Pembagian 3 Zona.....	78
Gambar 4.11	Progress Hari ke 1 Konvensional.....	79
Gambar 4.12	Progress Hari ke 2 Konvensional.....	80
Gambar 4.13	Progress Hari ke 3 Konvensional.....	81
Gambar 4.14	Progress Hari ke 4 Konvensional.....	81
Gambar 4.15	Progress Hari ke 5 Konvensional.....	82
Gambar 4.16	Progress Hari ke 6 Konvensional.....	82
Gambar 4.17	Progress Hari ke 7 Konvensional.....	83
Gambar 4.18	Progress Hari ke 8 Konvensional.....	84
Gambar 4.19	Gambar Bar Chart Metode Konvensional.....	85
Gambar 4.20	Kolom Precast.....	86
Gambar 4.21	Metode Joint (Weld, Bolt, Hole).....	87

Gambar 4.22	Desain Sambungan.....	89
Gambar 4.23	Keterangan Gambar Proses Precast Kolom.....	90
Gambar 4.24	Proses metode precast hari ke 1 Precast kolom.....	91
Gambar 4.25	Progress hari ke 2 Precast kolom.....	92
Gambar 4.26	Progress hari ke 3 Precast kolom.....	92
Gambar 4.27	Progress hari ke 4 Precast kolom.....	93
Gambar 4.28	Progress hari ke 5 Precast kolom.....	93
Gambar 4.29	Progress hari ke 6 Precast kolom.....	94
Gambar 4.30	Progress hari ke 7 Precast kolom.....	94
Gambar 4.31	Bar chart struktur dengan metode precast kolom.....	95
Gambar 4.32	Diagram Break Even Point.....	107
Gambar 5.1	Diagram Cycle Time Unit Kolom.....	108
Gambar 5.2	Diagram Kapasitas Produksi.....	109
Gambar 5.3	Diagram Perbandingan Durasi Struktur.....	109
Gambar 5.4	Diagram Perbedaan Harga Satuan.....	110
Gambar 5.5	Diagram Perbandingan Biaya.....	111
Gambar 5.6	Diagram Nilai Pengaruh Biaya.....	112
Gambar 5.7	Diagram Pengaruh Peningkatan Waktu.....	112

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Form Kuisisioner Validasi Pakar
- Lampiran 2. Form Survey Data Proyek
- Lampiran 3. Form Interview Metode Konvensional
- Lampiran 4. Form Interview Metode Precast
- Lampiran 5. Form Observasi Lapangan
- Lampiran 6. Hasil Rekapitulasi Validasi Pakar
- Lampiran 7. Risalah Sidang Skripsi



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada perkembangan metode konstruksi yang semakin berkembang pesat hingga saat ini semakin memperbanyak perkembangan teknologi metode konstruksi untuk meningkatkan efisiensi kerja pada proses konstruksi. Perkembangan juga semakin diperkuat dengan banyaknya tipe proyek konstruksi yang membutuhkan penanganan yang semakin spesifik untuk menyelesaikan proyek tersebut, mulai dari gedung pencakar langit, jembatan arsitektur, pelabuhan, landasan udara, hingga pembangunan pompa petroleum ditengah lautan. Semua proyek yang membutuhkan penanganan yang jauh berbeda antara proyek satu dengan yang lainnya. Dan tantangan para pelaku konstruksi juga semakin diperkuat dengan persaingan ketat para pembangun dalam memperpendek durasi waktu penyelesaian setiap proyek yang harus semakin cepat untuk bersaing dalam kompetisi di pasar global saat ini.

Salah satu metode konstruksi yang saat ini sangat berkembang pesat untuk memenuhi efisiensi waktu, biaya, dan kualitas serta mengurangi waste proyek adalah metode manufacturing konstruksi, yaitu suatu metode fabrikasi kebutuhan konstruksi hingga berbentuk precasting dan barang jadi siap pasang, dimana metode ini merupakan metode adopsi dari Industri manufacturing yang memang ditujukan untuk membuat kebutuhan konstruksi dengan metode mass production yang menggunakan teknologi Industri manufaktur. Dalam metode ini penggunaan mesin yang *customable* merupakan sesuatu yang sangat bermanfaat mengingat kebutuhan konstruksi begitu bervariasi dan selalu berbeda pada setiap proyeknya. Pemanfaatan metode manufacturing yang menggunakan teknologi mesin sehingga dapat mempercepat proses produksi barang jadi siap pasang dan dengan mudah dapat langsung dipasang dilokasi proyek konstruksi sehingga dapat menghemat waktu yang cukup significant. Penggunaan mesin juga sangat berpengaruh pada tingkat akurasi kualitas pembuatan barang jadi konstruksi sehingga dapat menjamin kualitas dari produk yang dihasilkan.

1.1.1 Fokus Penelitian

Penelitian yang akan dilakukan akan hanya difokuskan kepada aplikasi dari teknologi kolom precast yang merupakan salah satu dari pengembangan teknologi precast dimana merupakan teknologi yang masih tergolong baru didalam industri konstruksi Indonesia

1.1.2 Argumentasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dimana fokusnya akan mencari segala sesuatu yang berhubungan dengan aplikasi dari teknologi precast kolom yang baru masuk ke Indonesia untuk disandingkan dengan teknologi konvensional yang umum digunakan untuk menyelesaikan proyek-proyek pembangunan di Indonesia. Penelitian ini menjadi begitu penting untuk dilakukan mengingat semakin ketatnya persaingan pada Industri konstruksi di Indonesia menuntut efisiensi metode pelaksanaan pembangunan yang harus semakin tinggi, dan munculnya teknologi dari precast kolom ini merupakan salah satu terobosan untuk meningkatkan efisiensi tersebut, namun masih barunya teknologi ini memasuki Indonesia membuat banyak pihak mempertanyakan ketangguhan dari teknologi ini apakah dapat bermanfaat atau tidak. Oleh karena itu dengan dilakukannya penelitian untuk mengetahui efektifitas dari teknologi baru ini maka diharapkan dapat membantu untuk dijadikan pertimbangan dalam mengambil keputusan terhadap metode yang akan digunakan dengan seluruh faktor pengaruh yang akan didapatkan dari penelitian ini.

1.2 Perumusan Masalah

Perumusan masalah adalah untuk membatasi masalah penelitian yang telah ditetapkan. Perumusan masalah juga merupakan inti dari suatu penelitian. Berdasarkan uraian latar belakang dari penelitian ini, maka perlu dilakukan deskripsi dan signifikansi masalah penelitian yang akan dilakukan, sehingga akan mendapatkan suatu rumusan masalah yang akan dijawab dari penelitian ini.

1.2.1 Deskripsi Masalah

Belum tersedianya spesifikasi analisis yang detail terhadap teknologi dari precast kolom ini sehingga menyulitkan para pelaku konstruksi untuk mengambil keputusan dari pertimbangan-pertimbangan yang belum tersedia. Oleh karena itu penelitian terhadap seluruh faktor yang berpengaruh ini menjadi dibutuhkan agar dapat mengambil keputusan secara lebih mendasar jika ditinjau dari sisi kontraktor.

1.2.2 Signifikasi Masalah

Dengan belum tersedianya faktor-faktor pertimbangan dari teknologi metode pelaksanaan proyek precast yang terperinci akan mengakibatkan hal-hal berikut:

- Keraguan terhadap metode baru yang sebetulnya berpeluang untuk meningkatkan kinerja keseluruhan proyek
- Dipertahankannya metode lama yang lebih boros dan tidak efisien akibat kurangnya pemahaman mengenai teknologi precast kolom
- Proses Akselerasi tidak dapat dilakukan karena penggunaan metode konvensional yang harus menunggu umur beton masih digunakan
- Pemikiran yang sempit mengenai investasi yang cukup mahal dan tidak menguntungkan terhadap terhadap teknologi precast kolom

1.2.3 Rumusan Masalah

Adapun pertanyaan besar yang merupakan dasar dari penelitian ini

- Faktor apa saja yang harus diperhatikan dalam aplikasi teknologi precast kolom yang dapat dijadikan pertimbangan dalam mengambil keputusan penggunaan metode pembuatan struktur kolom pada konstruksi bangunan gedung?
- Seberapa besar pengaruh dari penerapan teknologi precast kolom terhadap keseluruhan efisiensi kinerja konstruksi struktural bangunan gedung?

1.3 Tujuan Penelitian

- Dengan dilakukannya penelitian ini diharapkan seluruh faktor yang akan mempengaruhi kinerja akan dapat diperhitungkan dengan parameter yang jelas dan aplikatif untuk dilakukan
- Perhitungan pengaruh atas semua faktor precast kolom dapat terlihat jelas sehingga dapat ditarik kesimpulan yang relevan. Untuk menemukan seluruh faktor yang dapat mempengaruhi efisiensi waktu dan biaya proyek, serta mendapatkan seberapa besar pengaruh dari penerapan teknologi precast kolom terhadap keseluruhan efisiensi proyek

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah di dalam penelitian yang dilakukan ini adalah pada hal-hal berikut :

- Sample penelitian difokuskan pada proyek bangunan gedung yang menggunakan teknologi precast pada struktur kolomnya dan terletak pada wilayah Jakarta saja
- Adapun yang dimaksud parameter yang ditinjau adalah efisiensi waktu dan biaya keseluruhan yang terpengaruh oleh penggunaan precast
- Faktor-faktor yang akan dijadikan pertimbangan dalam pemilihan metode precast dibandingkan metode konvensional seperti faktor resiko, safety, waste, dan SDM

1.5 Manfaat Penelitian

Sesuai dengan maksud dan tujuan penelitian, adapun manfaat penelitian ini untuk memberikan kontribusi antara lain :

- Kepada diri penulis secara pribadi
Menambah pengetahuan dan wawasan mengenai perkembangan metode konstruksi, khususnya proyek precast ini.
- Kepada Kontraktor pelaksana proyek
Penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran tentang pentingnya pengembangan teknologi manufacturing yang diterapkan kepada Industri konstruksi agar dapat bersaing dipasar global dengan pemahaman dan pengetahuan mengenai implementasi manufacturing yang dapat sangat

Universitas Indonesia

berpengaruh dalam penyelesaian proyek dengan skala yang besar dan proyek dengan tingkat kesulitan tinggi

- Kepada Bidang IPTEK

Memberikan pemahaman tentang luasnya dan betapa berharganya suatu pengembangan teknologi apabila dapat dimanfaatkan secara serius dan dapat terus berkembang untuk mengungguli seluruh metode yang ada sebelumnya dengan metode yang lebih baik dan efisien

1.6 Sistematika Penulisan

Penelitian disusun dengan sistematika sebagai berikut:

- Bab 1 Pendahuluan

Berisi latar belakang yang mendasari penelitian; rumusan masalah yang didapatkan dari indentifikasi permasalahan serta tingkat signifikansinya; tujuan dan batasan penelitian terutama dalam menjawab rumusan masalah; manfaat penelitian serta keaslian penelitian yang dilakukan.

- Bab 2 Tinjauan Pustaka

Berisi mengenai teori-teori yang berhubungan dengan topic penelitian, mencakup teori-teori mengenai penjelasan berbagai sejarah metode konstruksi, tipe metode konstruksi, proses fabrikasi, efisiensi pada tiap tahapan proyek, teori mengenai teknik manufacturing, penelitian sejenis serta aplikasi dan pengembangan teknologi yang berhubungan dengan pabrikan dimana akan dijelaskan secara detail pada bab ini.

- Bab 3 Metodologi Penelitian

Menjelaskan metode penelitian yang diambil sesuai dengan permasalahan penelitian serta rumusan masalah penelitian. Metodologi penelitian tersebut direncanakan agar penelitian terarah, sistematis dan dapat menjawab rumusan masalah sehingga tujuan penelitian tercapai.

1.7 Keaslian Penelitian

Penelitian dengan judul “Analisis Teknologi Metode Precast Kolom terhadap efisiensi waktu dan biaya proyek di Indonesia” merupakan sebuah judul penelitian yang belum pernah digunakan sebelumnya oleh mahasiswa Universitas Indonesia sebelumnya ataupun oleh instansi lain dan dapat dibuktikan serta dipertanggungjawabkan keaslian penelitian ini.

Kemudian beberapa penelitian penting yang juga dekat dengan penelitian ini yang menunjang antara lain

- Penelitian ”Pengaruh metode precast kolom terhadap percepatan pembangunan jembatan di tengah kota sehingga mengurangi gangguan terhadap pengguna jalan raya” [1]
- Penelitian ”Pengaruh tingkat pemahaman penggunaan beton pracetak terhadap kinerja waktu pada proyek struktur atas bangunan gedung di Indonesia” [2]
- Penelitian ”Optimasi Kinerja Proyek Dengan Penggunaan Metode Beton Pracetak Terhadap Biaya Dan Waktu” [3]

BAB 2

LANDASAN TEORI

2.1 Pendahuluan

Pada bab ini akan dibahas mengenai berbagai landasan yang digunakan dalam melaksanakan penelitian ini. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya akan mempermudah analisa dari penelitian ini, dimana literatur yang akan digunakan adalah literatur yang mengarah pada teknologi precast itu sendiri, serta metode penelitian yang memiliki kesamaan tujuan yaitu melihat nilai dari efisiensi metode ini. Semua literatur yang digunakan akan menjadi pertimbangan untuk dijadikan landasan dalam proses penelitian dan penarikan kesimpulan agar metode yang digunakan memiliki landasan yang kuat.

2.1.1 Sejarah Perkembangan Beton dunia

Pengetahuan tertua tentang beton adalah di temukan di Timur Tengah dan tertanggal pada 5600 SM, bangsa Mesir (pada abad 26 SM) telah menggunakan campuran dengan jerami untuk mengikat batu kering, gypsum, dan semen kapur dalam pertukangan batu (berdasarkan fakta-fakta dalam konstruksi Pyramid).

Masyarakat Yunani yang tinggal di Crete dan Cyprus menggunakan semen kapur sebaik mungkin (abad ke-8 SM), mengingat Bangsa Babilonia dan Syria menggunakan

Sama halnya pada Bangsa Yunani Kuno, menggunakan batu kapur calcined, ketika orang Roma membuat beton pertama yang dicampur kapur putty dengan debu bebatuan atau abu vulkanik. Mereka menggunakannya dengan batu untuk membangun jalan, bangunan-bangunan, dan saluran air (terowongan air).

Bangsa Roma memakai *pozzolana*, jenis pasir tertentu dari Pozzuoli, dekat gunung berapi Vesuvio (Italia bagian Selatan), untuk membangun bangunan yang penting sekali, seperti Pantheon atau Colosseo.

Pozzolana adalah jenis pasir yang luar biasa dimana reaksi kimianya dengan kapur dan air, menjadi sebuah bebatuan yang memiliki massa selanjutnya, kimia itu adalah silica dan alumunium dimana bereaksi dengan Kalsium Hidroksida untuk membentuk senyawa dengan sifat semen.

Kubah Pantheon, dibangun pada abad kedua masehi, yang merupakan Karya terbesar Bangsa Roma pada waktu itu, Pantheon memiliki struktur dengan sejumlah kekosongan, relung dan kubah dengan ruang yang kecil yang bertujuan untuk menurunkan bebannya. Dalam keterangan tentang Kubah (*Dome*) menunjukkan struktur yang lebih tebal dalam dasar atau kakinya, sedangkan ketebalan cenderung berkurang secara bertahap, berdasarkan tinggi kubah bertingkat (dengan kata lain, ketebalan dome berbanding terbalik dengan tingginya).

Pliny telah meletuskan semen kapur dan pasir (perbandingannya satu bagian kapur sedangkan pasir empat / 1 : 4), dan Marco Vitruvio Pollione (Abad pertama SM) meletuskan sebuah campuran pozzolana dan kapur (dua untuk pozzolana dan 1 untuk kapur / 2: 1) dan kami juga mempunyai sebuah karangannya tentang Sifat Beton. Nama *Concrete* berasal dari bahasa latin yaitu *Concretus*, yang berarti *tumbuh bersama*.

Selama pertengahan tahun kualitas bahan-bahan semen memburuk : kapur dan pozzolana tidak lama digunakan, Mereka memperkenalkan kembali pada abad ke-13 dan ke- 14. Berdasarkan abad ke 15, Kontraktor dari Venesia telah menggunakan kapur hitam (*Black Lime*) Abetone Sebuah wilayah dekat Vicenza (Italia bagian Utara) yang mempunyai kesamaan dengan pozzolana.

Pada tahun 1779 M, Fra Giocondo menggunakan pasir pozzolana sebagai mortar pada Dermaga Pont de Notre Dame di Paris.

Pada tahun 1779 M, Higgingtelah memberikan hak paten untuk semen hidrolik yang digunakan pada Plester Exterior.

Pada tahun 1793 M, John Smeaton menemukan batu kapur Kalsinasi yang berisi tanah liat yang dihasilkan pada jenis kapur yang mengeras di bawah air, Smeaton menggunakan kapur hidrolik untuk membangun Mercusuar Eddystone di Cornwall, Inggris.

Pada tahun 1796, James Parker telah mempatenkan jenis Khusus dari Semen Hidrolik yang disebut Roman Cement - yang diperoleh melalui *Nodul Kalkunasi* dari batuan kapur yang tiak murni yang berisi tanah liat. Proses yang sama juga telah digunakan di Prancis pada tahun 1802.

Pada tahun 1812, L. Vicat telah mempersiapkan kapur Hidrolik Buatan

dengan mengkalkinasi campuran buatan pada batuan kapur dan pasir.

Pada tahun 1818, Semen Alami telah diproduksi di US dan M. deSaint Leger telah memberikan hak paten terhadap Semen Hidrolik. Pada tahun 1822, J. Frost telah mengajukan Kapur Hidrolik Buatan yang disebut *British Cement*.

Tepatnya tahun 1824, adalah yang terpenting dalam Sejarah Beton, pada tahun 1824 J. Aspdin yang telah mengembangkan apa yang disebut Semen Portland (*Portland Cement*) istilah setelah batu kualitas tinggi yang digali di Portland, Inggris- dengan melakukan pembakaran bersama campuran kapur dan tanah liat hingga karbon dioksida terangkat; Semen Aspdin merupakan suatu kesuksesan.

Pada tahun 1828, I. K. Brunel merupakn Arsitek Pertama yang menggunakan Semen Portland pada pembangunan Terowongan Thames, sedangkan pada tes sistematis Jerman tentang Kuat Tarik dan Tekan semen dimulai pada tahun 1836.

J.L. Lambot telah membuat sebuah kapal kecil dari beton (kemudian dia menebalkan perahunya dengan batang besi dan kawat) di Prancis selatan untuk dipamerkan pada Pameran Dunia pada tahun 1855 di Paris. Dan pada tahun 1890-an Seorang Italia , C. Gabellini mulai membangun Kapal dengan menggunakan beton (membuat kapal dalam skala yang lebih besar).

Pada tahun 1850, J. Monier, seorang tukang kebun berkebangsaan Prancis, mengembangkan sebuah *Pot Bunga* dengan beton bertulang, pada tahun 1867, dia mempatenkan *Garden Tub* dan kemudian balok bertulang.

Pada tahun 1887, H. Le Chatelier menyusun perbandingan oksida untuk mempersiapkan campuran untuk produksi Semen Portland, yang mana unsur pokok adalah Tri Kalsium silikat, Aluminat, dan Ferrit (Perbandingan ini dipercaya suatu yang tepat / fixed).

W. Wilkinson dari Newcastle telah memperkenalkan beton bertulang pada bangunan Rumah Tinggal Tahan Api, Gudang , Bangunan lainnya serta bagian-bagian lainnya yang lantai beton bertulang, dan atap dengan batang besi dan tali kawat; Dia telah membangun beberapa struktur pada jenis ini dan dia percaya akan keharusan untuk membangun bangunan dengan beton bertulang pertama.

Seorang builder berkebangsaan Prancis, F. Coignet telah membangun beberapa rumah- rumah dalam skala yang besar dari beton di UK dan Prancis antara 1850-1880 : Dia menggunakan batang besi pada lantai untuk mencegah tembok terjadi pelebaran, tetapi kemudian dia menggunakan batangan sebagai elemen lentur (Flexural Elements). Pada tahun 1801, F. Coignet menerbitkan tulisannya mengenai prinsip-prinsip konstruksi dengan meninjau kelembaban bahan beton terhadap taruknya. Coignet pada tahun 1861, melakukan uji coba penggunaan pembesian pada konstruksi atap, pipa dan kubah.

Bangunan beton bertulang US pertama dibangun oleh W. E. Ward antara tahun 1871 dan 1875, tepatnya rumah di Port Chester, New York. Ward menggunakan bahasa Prancis untuk Concrete, yaitu *Beton*, dan pada tahun 1883, dia menyampaikan selebaran yang menggambarkan Rumah yang disebutkan tadi kepada Himpunan Insinyur Mekanik Amerika *Combination with Iron As a Building Material*

Pada tahun 1879, G. A. Wayss, seorang Builder berkebangsaan Jerman, membeli hak si beton bertulang di Jerman dan Austria, mempromosikan The Wayss-Monier System sebaik mungkin pada pembelajaran ilmu pengetahuan yang menarik di US; selain itu, dia adalah seorang Manager dari sebuah perusahaan batu yang sukses, yang memproduksi balok beton di San Fransisco (1870). Dia orang pertama yang menggunakan beton bertulang pada tahun 1877, dan pada tahun 1884 dia mempatenkan sebuah system.

10 tahun kemudian, tepatnya pada tahun 1894, A. de Baudot membangun The Church of Saint Jean de Monmartre di Paris dengan kolom beton yang ramping dan kubah, disertai dengan tembok beton bertulang.

T. A. Edison beroperasi dengan beton , tepatnya pada tahun 1899 Edison membangun perusahaan Semen Portland Edison, di New Jersey, dia mempromosikan konstruksi beton dan membuat proposal dalam jumlah yang besar sebagai pandangan penggunaan beton yang inovatif,; selain itu, dia merancang seperangkat bentuk cetakan besi untuk bangunan rumah dengan beton (termasuk tembok, lantai, dan tangga).

Jembatan beton bertulang pertama dibangun pada tahun 1889, dimana ketinggian beton pertama dibangun di *Cincinnati*, US, antara tahun 1902 dan 1904,

dengan menggunakan variasi pada sistem *Ransome*: dirancang oleh Elzner dan Henderson, itu merupakan beton pencakar langit pertama.

F. Hennebique, seorang kontraktor berkebangsaan Prancis, memulai dalam membangun rumah-rumah beton bertulang pada tahun 1870; dia memakai hak patennya sebagai tanda penghargaan dalam The Hennebique Concrete System di Prancis, Belgia, Italia, Amerika Selatan dan Negara-negara lainnya, dan dia juga mendirikan sebuah kerajaan monopoli yang melibatkan beberapa negara.

Hennebique mempromosikan pertemuan palung beton bertulang dan pengembangan Konstruksi Standar, tetapi itu adalah A. Perret yang mempunyai kontribusi dalam penyebarannya sebagai bahan arsitektural.

Perret, pada tahun 1903, merancang dan membangun sebuah multi bangunan tingkat (*Multy-Storey Building*) di Paris dengan menggunakan beton bertulang: Struktur ini sangat mempengaruhi arsitektur dan konstruksi beton selama satu decade, sejak hal itu dibangun tanpa tembok penahan beban, digantikan oleh kolom, balok, dan papan. Perret juga membangun Museum, Gereja, Garasi dan Teater, seperti Theatre Champs Elysées.

Notre Dame du Raincy, dibangun pada tahun 1922, yang merupakan sebuah terobosan penting (Khususnya memperbandingkan bangunan beton sebelumnya) dan ini dianugerahi sebagai Masterpiece rancangan Arsitektural, lengkungan langit-langit yang megah dan kolom ramping yang memberi kesaksian terhadap bentuk yang luar biasa pada bahan bangunan ini.

Struktur yang paling menarik menyangkut pengembangan beton bertulang adalah *Jahrhunderthalle of Breslau* (1913): Bangunan ini dibangun untuk memperingati hari penaklukan Napoleon (*The Anniversary of The Defeat of Napoleon*) pada tahun 1813 dekat Breslau; Bangunan ini dirancang oleh M. Berg, dan Engineer dari The Breslau City Building Department yang mengkalkulasinya.

Pada bulan Juni 1911 The City Administration menyetujui proyek beton bertulang Berg : proyek ini dimulai pada Agustus 1911, yayasan itu dilengkapi pada bulan November pada tahun yang sama dan pada bulan Desember 1912 konstruksi dasar diselesaikan. H. Poelz bertanggung jawab terhadap rancangan dari sejumlah penyokong struktur sementara dan Engineer dari The Dyckerhoff and Widmann Company, yang bekerja sama dengan kota engineer, yang

dilengkapi kalkulasi struktural akhir.

Untuk mengurangi sejumlah rancangan yang tidak dikenal, keseleruhan struktur dibagi menjadi sub-sub kedalam elemen determinasi yang sangat kecil secara statistik : Kubah dipisahkan dari dasarnya dan pada tiap dinding penopang yang dirancang menjadi kolom yang menjepit dua kurva (Curved Two-Pinned Column), karena metode kalkulasi, pada waktu itu, yang dibatasi kedalam grafik statis dan solusi numerik elementer pada determinasi struktur. Kubah itu kini hanya mempunyai empat titik penahan dan sebuah rentang jelas (Clear Span) sepanjang 65 meter.

Pada tahun 1951, The Fiat-Lingotto Auto factory dibangun di Turin oleh M. Trucco menggunakan beton bertulang; bangunannya memiliki rel tes mobil asli (An Original Automobile Test Track) pada atapnya. Bagaimanapun juga, beton tidak selalu digunakan secara substansi : Sebagai contoh , Jembatan Lengkung (Arch Bridge) dengan beton bertulang Maillart, dibangun pada awal abad ke-20, yang telah membahayakan pemandangan asli pegunungan Swiss Alpine.

Pada tahun 1921 hangar balon udara parabolic beton yang luas di bandara Orly, Paris telah diselesaikan. Pada tahun 1930, E. Torroja, engineer berkebangsaan Spanyol, telah merancang kubah tinggi rendah (low-Rise Dome) sebagai lambang dari Algeciras, dengan menggunakan kabel baja sebagai jaringan tegangan. Torroja juga dipercayakan kepada tugas perancangan Atap stadion berkantilever pada Madrid Hippodrome tahun 1935.

Pada waktu yang sama, seorang berkebangsaan Italia, Pier Luigi Nervi mulai membangun Hanggar terkenalnya di Orbetello ; yang dikerjakan Nervi meliputi Pameran Hall (The Exhibition Hall) di Turin dan dua di dalam gedung stadion di Roma.

Ahli shell beton (The Concrete Shell) adalah Felix Candela : Dia merancang The Cosmic Ray Laboratory of Mexico City, dengan atap shell yang baik; bentuk parabolik hiperbolik menjadi tanda resmi dan dia membangun beberapa pabrik dan gereja-gereja di sekitar Mexico City menggunakan bentuk ini.

Beton Bertulang Renouwn bekerja pada Le Corbusier adalah sebuah Villa Savoye (1931), blok perumahan pada pilotis di Nantes dan Marseille (1940),

Monastery of La Tourette (1959), dan bangunan pemerintahan pada Chandigarh di India (1961).

Frank Lloyd Wright adalah orang pertama yang memanfaatkan Kantilever sebagai bentuk rancangan, yang mengungkapkan terima kasih terhadap Konstruksi Beton Bertulang Natural berlanjut. The Kaufman House (1936) merupakan contoh tertentu dari penggunaan kantilever.

Pada tahun 1970, bangunan beton bertulang yang berserat pertama yang dibangun. Bangunan beton bertulang tertinggi dibangun pada tahun 1975, yaitu The CN Tower di Toronto, Canada (555 meter). [4]

2.1.2 Perkembangan Beton Bertulang

Beton adalah suatu campuran yang terdiri dari pasir, krikil, batu pecah, atau agregat- agregat lain yang di campur menjadi satu dengan suatu pasta yang terbuat dari semen dan air membentuk suatu massa mirip-batuan. Terkadang, satu atau lebih bahan aditif ditambahkan untuk menghasilkan beton dengan karakteristik tertentu, seperti kemudahan pengerjaan (*workability*), durabilitas, dan waktu pengerasan.

Seperti substansi-substansi mirip batuan lainnya, beton memiliki kuat tekan yang tinggi dan kuat tarik yang sangat rendah. Beton bertulang adalah suatu kombinasi antara beton dan baja di mana tulangan yang merupakan baja berfungsi menyediakan kuat tarik yang tidak dimiliki pada beton. Tulangan baja juga dapat menahan gaya tekan sehingga digunakan pada kolom dan pada berbagai kondisi lain.

Beton bertulang dapat dikatakan sebagai bahan konstruksi yang sangat penting. Beton bertulang digunakan dalam berbagai bentuk untuk hampir semua struktur, seperti bangunan, jembatan, pengerasan jalan, bendungan, terowongan, dan sebagainya

Beton Bertulang pada awalnya tidak begitu diketahui. Sebagian besar hasil karya awal beton pada waktu itu dilakukan oleh dua orang Perancis, Joseph Lambot dan Joseph Monier. Sekitar tahun 1850, Lambot membuat sebuah perahu beton yang ditulangi dengan suatu jaringan yang terdiri dari kawat baja atau tulangan yang tersusun parallel. Meskipun demikian, penghargaan terbesar

biasanya diberikan kepada Monier, karena ia lah orang yang menemukan beton bertulang. Tahun 1867 ia meneriama hak paten atas keberhasilannya membuat kolam atau tong dan penampang air dari beton yang ditulangi dengan suatu anyaman yang terbuat dari kawat besi. Tujuan yang ingin dicapainnya dengan melakukan pekerjaan ini adalah membuat konstruksi yang ringan tanpa mengurangi kekuatan beton

Beton Bertulang pada awalnya tidak begitu diketahui. Sebagian besar hasil karya awal beton pada waktu itu dilakukan oleh dua orang Perancis, Joseph Lambot dan Joseph Monier. Sekitar tahun 1850, Lambot membuat sebuah perahu beton yang ditulangi dengan suatu jaringan yang terdiri dari kawat baja atau tulangan yang tersusun parallel. Meskipun demikian, penghargaan terbesar biasanya diberikan kepada Monier, karena ia lah orang yang menemukan beton bertulang. Tahun 1867 ia meneriama hak paten atas keberhasilannya membuat kolam atau tong dan penampang air dari beton yang ditulangi dengan suatu anyaman yang terbuat dari kawat besi. Tujuan yang ingin dicapainnya dengan melakukan pekerjaan ini adalah membuat konstruksi yang ringan tanpa mengurangi kekuatan beton

William E. Ward membangun bangunan beton bertulang yang pertama di Amerika Serikat di Port chester, N.Y., pada tahun 1875. Pada tahun 1883 ia merepresentasikan tulisannya di hadapan America Society of Mechanical Engineer di mana dalam tulisan tersebut ia mengklaim bahwa ia mendapatkan ide tentang beton bertulang ketika melihat para buruh Inggris mencoba memindahkan semen yang telah mengeras dari cetakan-cetakan besi mereka pada tahun 1867

Thaddeus Hyatt, orang Amerika, mungkin adalah orang pertama yang menganalisis dengan benar tegangan-tegangan pada suatu beton bertulang, dan pada tahun 1877 ia menerbitkan sebuah buku setebal 28 halaman tentang pokok bahasan ini, berjudul *An Account of Some Experiments with Portland Cement Concrete, Combined with iron "a Building Material"* Dalam buku ini ia memuji penggunaan beton bertulang dan mengatakan "balok baja harus menerima nasibnya" Hyatt memberikan penekanan yang besar kepada daya tahan beton yang tinggi terhadap api

E. L. Ransome dari San Fransisco diduga telah menggunakan beton

bertulang pada awal tahun 1870-an dan merupakan penemu tulangan ulir, di mana atas penemuannya ini ia menerima hak paten pada tahun 1884. Tulangan-tulangan ini, yang mempunyai penampang melintang berbentuk bujursangkar, dipuntir dalam keadaan dingin (*cold-twisted*) dengan satu putaran penuh dan panjangnya tidak lebih dari 12 kali diameter tulangan. (Tujuan dari pemuntiran ini adalah agar ikatan antara beton dan tulangan semakin kuat). Pada tahun 1890 di San Fransisco, Ransome membangun Museum Leland Stanford Jr. Bangunan yang terbuat dari beton bertulang tersebut memiliki panjang 95.1 meter dan tinggi dua lantai di mana yang digunakan sebagai tulangan tulang tarik adalah tali baja nekas yang semula digunakan pada kereta gantung. Bangunan ini mengalami kerusakan kevil pada tahun 1906 akibat gaya gempa bumi dan kebakaran yang diakibatkan oleh gempa tersebut. Tingkat kerusakan yang kecil pada bangunan ini dan pada struktur-struktur beton lain yang juga mengalami kebakaran besar tahun 1906 tersebut menyebabkan bentuk konstruksi ini dapat di terima secara luas di pantai barat. Sejak tahun 1900-1910, perkembangan dan penggunaan beton-bertulang di Amerika Serikat meningkat sangat pesat. [5]

2.1.3 Beton Prategang

Penerapan pertama dari beton prategang dimulai oleh P.H. Jackson dari California, Amerika Serikat. Pada tahun 1886 telah dibuat hak paten dari konstruksi beton prategang yang dipakai untuk pelat dan atap. Pada waktu yang hampir bersamaan yaitu pada tahun 1888, C.E.W. Doehtingdari Jerman memperoleh hak paten untuk memprategang pelat beton dari kawat baja. Tetapi gaya prategang yang diterapkan dalam waktu yang singkat menjadi hilang karena rendahnya mutu dan kekuatan baja. Untuk mengatasi hal tersebut oleh G.R. Steiner dari Amerika Serikat pada tahun 1908 mengusulkan dilakukannya penegangan kembali. Sedangkan J. Mandl dan M. Koenen dari Jerman menyelidiki identitas dan besar kehilangan gaya prategang. Eugen Freyssonet dari Perancis yang pertama-tama menemukan pentingnya kehilangan gaya prategang dan usaha untuk mengatasinya. Berdasarkan pengalamannya membangun jembatan pelengkung pada tahun 1907 dan 1927, maka disarankan untuk memakai baja dengan kekuatan yang sangat tinggi dan perpanjangan yang besar.

Kemudian pada tahun 1940 diperkenalkan sistem prategang yang pertama dengan bentang 47 meter di Philadelphia (Walnut Lane Bridge)

Setelah Freyssinet para sarjana lain juga menemukan metode-metode prategang. Mereka adalah G.Magnel (Belgia), Y.Guyon (Perancis), P. Abeles (Inggris), F. Leonhardt (Jerman), V.V. Mikhailov (Rusia), dan T.Y. Lin (Amerika Serikat). Sekarang telah dikembangkan banyak sistem dan teknik prategang. Dan beton prategangan sekarang telah diterima dan banyak dipakai, setelah melalui banyak penyempurnaan hampir pada setiap elemen beton prategang, misalnya pada jembatan, komponen bangunan seperti balok, pelat dan kolom, pipa dan tiang panjang, terowongan dan lain sebagainya. Dengan beton prategang dapat dibuat betang yang besar tetapi langsing. [6]

Beton adalah suatu bahan yang mempunyai kekuatan yang tinggi terhadap tekan, tetapi sebaliknya mempunyai kekuatan relative sangat rendah terhadap tarik. Beton tidak selamanya bekerja secara efektif didalam penampang-penampang struktur beton bertulang, hanya bagian tertekan saja yang efektif bekerja, sedangkan bagian beton yang retak dibagian yang tertarik tidak bekerja efektif dan hanya merupakan beban mati yang tidak bermanfaat.

Hal inilah yang menyebabkan tidak dapatnya diciptakan struktur-struktur beton bertulang dengan bentang yang panjang secara ekonomis, karena terlalu banyak beban mati yang tidak efektif. Disamping itu, retak-retak disekitar baja tulangan bisa berbahaya bagi struktur karena merupakan tempat meresapnya air dan udara luar kedalam baja tulangan sehingga terjadi karatan. Putusnya baja tulangan akibat karatan fatal akibatnya bagi struktur.

Dengan kekurangan-kekurangan yang dirasakan pada struktur beton bertulang seperti diuraikan diatas, timbullah gagasan untuk menggunakan kombinasi-kombinasi bahan beton secara lain, yaitu dengan memberikan pratekanan pada beton melalui kabel baja (tendon) yang ditarik atau biasa disebut beton pratekan.

Beton pratekan pertama kali ditemukan oleh Eugene Freyssinet seorang insinyur Perancis. Ia mengemukakan bahwa untuk mengatasi rangkai, relaksasi dan slip pada jangkar kawat atau pada kabel maka digunakan beton dan baja yang bermutu tinggi. Disamping itu ia juga telah menciptakan suatu sistem panjang

kawat dan system penarikan yang baik, yang hingga kini masih dipakai dan terkenal dengan System Freyssinet.

Dengan demikian, Freyssinet telah berhasil menciptakan suatu jenis struktur baru sebagai tandingan dari struktur beton bertulang. Karena penampang beton tidak pernah tertarik, maka seluruh beban dapat dimanfaatkan seluruhnya dan dengan system ini dimungkinkanlah penciptaan struktur-struktur yang langsing dan bentang-bentang yang panjang. [7]

2.1.4 Beton Pracetak

Sejarah dari precast beton dan perkembangan inovasinya bisa dilihat dari awal mula ide tersebut berkembang yaitu pada zaman era romawi kuno dimana pada zaman itu para pemimpin mereka berusaha untuk mencari solusi untuk memperkuat infrastruktur pada keseluruhan wilayah kekaisaran, dan keluarlah ide bahwa struktur beton merupakan pilihan terbaik untuk material yang digunakan untuk merealisasikan rencana desain arsitektur mereka. Kemudian mereka mulai membuat berbagai bentuk dan ukuran beton jadi yang kemudian dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan pembangunan infrastruktur. Banyak dari infrastruktur era romawi kuno seperti Aqueduct, Culverts, and Trowongan yang merupakan hasil dari inovasi precast ini. Walaupun pada zaman itu inovasi ini belum disebutkan sebagai precast, tapi pada masa itu merupakan pertama kalinya tercatat penggunaan teknologi seperti ini.

Teknologi precast ini sendiri secara formal telah diakui dan diakreditasi sebagai precast concrete design pada tahun 1905 di Liverpool, oleh seorang insinyur kota kerajaan inggris, John Alexander Brodie adalah orang pertama yang menggunakan dan menyempurnakan penggunaan ide dari teknologi precast beton di era arsitektur modern. Yang anehnya, walaupun perkembangannya di wilayah eropa timur mengalami peningkatan yang luar biasa, perkembangan dan penggunaannya di wilayah inggris sendiri sangat minim pesanan.

Seiring dengan perkembangan teknologi precast dalam masa evolusinya berkembang pula suatu inovasi baru yang disebut dengan prestress concrete yaitu suatu bentuk concrete yang memungkinkan untuk menjadikan sebuah beton jauh lebih kuat dan memiliki ketahanan yang lebih lama. Apa yang menjadikan inovasi

prestress demikian adalah akibat dari metode pembuatan beton yang menggunakan penarikan struktur baja didalam beton sehingga membuatnya tertekan kedalam pada saat proses pengecoran. Baja yang ditarik sangat kuat akan membuatnya menegang dan membuatnya ketat berada pada beton dan memberikannya kekuatan dan ketahanan yang lebih.

Sistem beton pracetak adalah metode konstruksi yang mampu menjawab kebutuhan di era millennium baru ini. Pada dasarnya system ini melakukan pengecoran komponen di tempat khusus di permukaan tanah (fabrikasi), lalu dibawa ke lokasi (transportasi) untuk disusun menjadi suatu struktur utuh (ereksi). Keunggulan system ini, antara lain mutu yang terjamin, produksi cepat dan missal, pembangunan yang cepat, ramah lingkungan dan rapi dengan kualitas produk yang baik. Perbandingan kualitatif antara strutur kayu, baja serta beton konvensional dan pracetak dapat dilihat pada table :

Tabel 2.1 Perbandingan Umum

Aspek	Kayu	Baja	Beton	
			Konvensional	Pracetak
Pengadaan	Semakin Terbatas	Utamanya Impor	Mudah	Mudah
Permintaan	Sedang	Banyak	Paling Banyak	Sedikit
Pelaksanaan	Sukar, Kotor	Cepat, Bersih	Lama, Kotor	Cepat, Bersih
Pemeliharaan	Biaya Tinggi	Biaya Tinggi	Biaya Sedang	Biaya Sedang
Kualitas	Tergantung Spesies	Tinggi	Sedang	Tinggi
Harga	Semakin Mahal	Mahal	Murah	Menengah
Tenaga Kerja	Banyak	Banyak	Banyak	Banyak
Linkungan	Tidak Ramah	Ramah	Kurang Ramah	Ramah
Standard	Ada	Ada	Ada	Belum ada

Sumber: Sejarah Beton

Sistem pracetak jaman modern berkembang mula-mula di Negara Eropa. Strujtur pracetak pertama kali digunakan adalah sebagai balok beton precetak untuk Casino di Biarritz, yang dibangun oleh kontraktor Coignet, Paris 1891. Pondasi beton bertulang diperkenalkan oleh sebuah perusahaan Jerman, Wayss & Freytag di Hamburg dan mulai digunakan tahun 1906. Th 1912 beberapa bangunan bertingkat menggunakan system pracetak berbentuk komponen-

komponen, seperti dinding .kolom dan lantai diperkenalkan oleh John E. Conzelmann.

Struktur komponen pracetak beton bertulang juga diperkenalkan di Jerman oleh Philip Holzmann AG, Dyckerhoff dan Widmann G Wayss dan Freytag KG, Prteussag, Loser dll. Sstem pracetak tahan gempa dipelopori pengembangannya di Selandia Baru. Amerika dan Jepang yang dikenal sebagai Negara maju di dunia, ternyata baru melakukan penelitian intensif tentang system pracetak tahan gempa pada tahun 1991. Dengan membuat program penelitian bersama yang dinamakan PRESS (Precast seismic Structure System). [8]

2.1.5 Penelitian terkait mengenai teknologi precast kolom

“pembangunan jembatan beton dengan teknologi precast telah membuktikan bahwa teknologi ini merupakan sebuah solusi yang efektif dalam mengakselerasi pembangunan konstruksi jembatan dan meminimalisir gangguan terhadap fungsi lalu lintas jalan umum yang sedang dilakukan pembangunan jembatan” [9]

“peramalan akan apa yang terjadi pada perkembangan dunia pada 40 tahun kedepan adalah semakin banyak berkembangnya bisnis dunia, terutama dengan banyaknya perubahan besar pada kondisi masyarakat dan perkembangan teknologi. Semakin banyak pertumbuhan penduduk yang diikuti meningkatnya kebutuhan perumahan dan apartment membuat developer harus bergerak dan membangun lebih cepat untuk dapat memenuhi kebutuhan dunia, serta perkembangan teknologi yang memanfaatkan fasade sebagai fitur yang bisa bermanfaat sebagai green dan smart building membuat metode konvensional tidak lagi valid untuk memenuhi kebutuhan tersebut. Sehingga Industri precast akan berperan penting dan berkembang pesat dalam 40 tahun kedepan” [10]

“proses produksi beton bertulang yang merupakan gabungan baja dan beton akan menjadi sempurna apabila akurasi dari penempatan pembedaan didalam beton tinggi. Penggunaan produksi precast secara fabrikasi memberikan hasil produksi yang jauh lebih baik dalam keakuratan penempatan pembedaan

yang dapat menciptakan keseragaman kekuatan dan keseimbangan antara kekuatan permukaan dan tulangan didalamnya” [11]

2.2 Metode Untuk Struktur Kolom

Dalam pelaksanaan pengerjaan struktur kolom terdapat dua metode yang akan dijadikan perbandingan utama dalam penelitian ini yaitu metode konvensional atau cast in situ, dan metode fabrikasi atau precast. Kemudian pada setiap metode yang akan digunakan terdapat detail pekerjaan yang sangat berbeda antara metode konvensional dan metode fabrikasi [12]

2.2.1 Metode Cast in Situ

Pelaksanaan metode konstruksi konvensional atau cast in situ merupakan pekerjaan pembetonan yang menggunakan metode cor langsung, metode ini dilakukan secara umum pada pelaksanaan proyek konstruksi. Campuran beton untuk pekerjaan beton dilakukan langsung ditempat proyek sehingga dalam pelaksanaannya ada beberapa pekerjaan yang menjadi faktor jaminan kualitas dari beton yang dihasilkan. Berikut adalah tahapan pekerjaan yang perlu dilakukan dalam proses cast in situ kolom [13]

2.2.1.1 Pekerjaan Pembesian

Merupakan awal pekerjaan struktur kolom dimana pembesian dilakukan terlebih dahulu sebelum dilakukannya proses pemasangan bekisting, pada proses ini besi baja yang telah dipesan dari pabrik baja harus dilakukan transportasi terlebih dahulu dalam bentuk batangan utuh, kemudian besi baja akan dibentuk berdasarkan desain yang direncanakan oleh bagian engineering dengan menggunakan alat tekuk (Bending Machine), alat potong (Cutting Machine), dan alat putar (Rolling Machine) dalam proses fabrikasi baja. Kemudian struktur besi baja akan ditempatkan posisi yang direncanakan berdasarkan gambar kerja dan dirakit menjadi tulangan dalam kolom disana. Kemudian pengecekan vertikalitas perlu dilakukan untuk memastikan batang tulangan kolom tidak mengalami kemiringan yang dapat terjadi saat proses pengecoran berlangsung [14]

2.2.1.2 Pekerjaan Bekisting

Setelah struktur tulangan kolom terpasang dengan baik kemudian barulah proses pemasangan bekisting yang merupakan cetakan beton yang umumnya terbuat dari bahan kayu dipasangkan sesuai dengan ukuran beton. Proses dilakukan dengan suatu siklus bekisting dimana pemakaian bekisting dapat dilakukan berulang kali sampai batas ketahanan layak pakai bekisting habis. Siklus tersebut dimulai dari transportasi dan ereksi yang dilakukan untuk memindahkan bekisting pada kolom yang akan dicetak. Proses berikutnya adalah proses Justifying bekisting agar berada tepat pada posisi kolom yang direncanakan dan disesuaikan dengan marking dibawahnya agar tidak terjadi kemiringan. Kemudian proses instalasi dilakukan dengan menutup tulangan dan merapatkan bekisting sehingga tidak terdapat celah didalamnya, vertikalitas juga perlu dilakukan untuk mencegah kemiringan yang berarti dengan menggunakan unting-unting. Setelah semua aspek memenuhi kriteria maka bekisting telah siap terpasang. Lalu setelah pengecoran berakhir dan masa pertahanan bekisting sudah cukup maka bekisting akan dilepas dan dilakukan pemeliharaan dengan pencucian bekisting sehingga bekisting siap untuk digunakan kembali untuk siklus berikutnya. [15]

2.2.1.3 Pekerjaan Pengecoran

Setelah cetakan beton terpasang sempurna maka berikutnya memasuki proses pengecoran, dimana proses ini merupakan proses pengisian bekisting dengan campuran beton ready mix yang memiliki kekuatan tertentu sesuai perencanaan. Proses pelaksanaan pekerjaan pengecoran diawali dengan proses mixing yang dilakukan pada batching plant dari penyedia beton ready mix ke dalam lingkup proyek untuk dilakukannya proses pengecoran, proses transportasi biasanya menggunakan alat transportasi truck mixer atau mollen yang kemudian beton ready mix akan dituangkan kedalam alat pengecoran seperti concrete pump ataupun bucket yang biasa digunakan untuk melakukan distribusi erection pengecoran cast in situ, untuk pekerjaan kolom umumnya digunakan bucket karena pertimbangan dari volume yang dibutuhkan serta metode yang harus dilakukan, karena pada pekerjaan kolom in situ volume ready mix yang

dibutuhkan tidaklah terlalu besar, dan proses pelaksanaannya pun tidak boleh terlalu cepat karena akan menimbulkan banyak rongga didalamnya akibat dari tidak bertahapnya proses vibrasi sehingga hasilnya tidak sempurna. Oleh karena itu proses pengecoran umumnya menggunakan bucket yang berkapasitas lebih kecil dan bisa diatur injectionnya secara lebih sederhana yang memungkinkan untuk dilakukannya proses vibrasi secara bertahap agar mendapatkan hasil yang lebih baik. Penggunaan pipa tremi juga dapat menjaga tinggi jatuh beton agar tidak melebihi ketinggian maksimal penjatuhan campuran ready mix. Erection yang dilakukan untuk pengangkutan bucket ini umumnya dilakukan dengan menggunakan tower crane yang memakan waktu pakai cukup lama dalam proses pelaksanaannya untuk menyelesaikan satu buah kolom [16]

2.2.1.4 Pekerjaan Perawatan

Setelah beton dilapas dari cetaknya maka tahap berikutnya adalah tahap perawatan dari beton itu. Dalam masa perawatan beton ini tahap pertama yang harus dilakukan adalah proses curing yang ditujukan untuk menjaga suhu dari beton agar tidak terlalu panas sehingga menghindari terjadinya keretakan. Proses curing dilakukan dengan cara menyelimuti kolom dengan karung basah ataupun dilakukan penyiraman dengan menggunakan air. Kemudian perawatan berikutnya adalah proses penghalusan permukaan kolom yang pasti akan terdapat kerusakan ataupun ketidaksempurnaan pengecoran, hal ini dilakukan untuk menghasilkan permukaan yang rata sehingga dapat dilakukan finishing dengan baik nantinya. Proses penghalusan ini dilakukan dengan menggunakan skop manual dan adukan semen hingga permukaan rata dan siap untuk difinishing [17]

2.2.2 Metode Precast

Berdasarkan SNI 03-2448-1991, komponen bangunan pracetak adalah komponen yang terbuat dari beton yang dicetak terlebih dahulu, dipasang setelah mengeras ditempat pembangunan.

Teknologi beton pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off-site fabrication*), terkadang komponen-komponen tersebut

disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*). Dengan metode yang berbeda dengan pelaksanaan konstruksi konvensional sehingga dalam perencanaan metode beton precast ini akan ditentukan dengan sistem penyambungan (*join*) antar komponen beton precast. Elemen-elemen beton *precast* dapat dibagi menjadi beberapa jenis yaitu balok, pelat, kolom, *fasad* (penutup dinding), tiang pancang, dll. Dan berikut adalah urutan pekerjaan dengan menggunakan metode precast [18]

2.2.2.1 Erecting

Setelah semua material tertata pada area drop off kemudian perlu dilakukan pengangkutan vertikal dengan menggunakan tower crane menuju tempat kolom akan dipasang. Precast memiliki gantungan baja yang memang telah disiapkan untuk mempermudah pengangkutan secara vertikal dengan menggunakan tower crane. [19]

2.2.2.2 Installing

Pada proses Instalasi precast kolom terhadap bangunan, metode yang digunakan dalam menyambung precast sangat bergantung dari jenis joint dari design precast itu sendiri, diantaranya terdapat metode yang menggunakan joint scrup pengunci, metode pengelasan, dan metode-metode sambungan joint lainnya. Untuk pemasangan precast itu sendiri terdapat beberapa tahapan setelah precast terangkut kelokasi instalasi. Panel precast kolom yang akan digunakan perama harus dilakukan penyambungan joint dengan metode yang direncanakan, kemudian unit precast tersebut harus dijaga ketegakannya dengan menggunakan unting-unting sebagai patokan untuk menjaga vertikalitas kolom atau menggunakan alat theodolit. Kemudian setelah vertikalitas terjaga maka unit precast kolom harus ditahan dengan menggunakan alat penahan agar tidak terjadi pergerakan dan perubahan vertikalitas dari struktur kolom precast. Setelahnya baru proses penyambungan akhir untuk pengkakuan struktur dilakukan agar struktur kolom dapat mempertahankan posisinya dan berfungsi sebagai sebuah struktur dari bangunan tersebut. [20]

2.3 Faktor resiko penggunaan precast kolom

Faktor resiko merupakan suatu kejadian yang mungkin terjadi mulai dari awal desain hingga proses pelaksanaan konstruksi yang mempengaruhi biaya maupun waktu dari pelaksanaan keseluruhan proyek, dan dalam penelitian ini resiko merupakan suatu hal yang harus dijadikan pertimbangan dalam mengestimasi value dari suatu metode yang digunakan

Secara harfiah pengertian kata risiko berdasarkan kamus besar bahasa indonesia (KBBI) adalah akibat yang kurang menyenangkan (merugikan, membahayakan) dari suatu perbuatan atau tindakan. Sehingga secara tidak langsung ketika berhubungan dengan kata-kata resiko pandangan yang akan terlihat adalah efek negatif pada suatu kondisi.

Resiko didefinisikan menjadi “efek dari ketidakpastian pada suatu objek” yang dalam definisi ini, ketidakpastian termasuk suatu kejadian yang dapat maupun tidak terjadi dan ketidakpastian yang disebabkan oleh kurangnya informasi atau suatu *ambiguity*. Itu juga termasuk pengaruh positif dan negatif terhadap suatu tujuan. [21]

2.3.1 Safety Factor

Kemungkinan terjadinya resiko terhadap safety pada pelaksanaan proyek dengan menggunakan metode kolom precast merupakan hal yang harus diperhatikan dan diperhitungkan dalam penggunaan metode ini, dimana didalamnya terdapat beberapa kemungkinan resiko terhadap safety pada tahapan pelaksanaan antara lain

2.3.1.1 Safety pada transportasi

Kemungkinan terjadi kecelakaan kerja pada proses transportasi terdapat pada pola pengangkutan kolom precast dengan bak terbuka sebagai metode transportasi yang digunakan, peluang terlepasnya suatu kolom precast pada saat proses pengangkutan dapat menjadi hazard yang cukup berbahaya terhadap keselamatan warga serta pengendara yang berada disekitar truck pengangkut kolom precast. Peluang terjadinya resiko ini dapat meningkat apabila

Universitas Indonesia

pengangkutan precast kolom harus melalui jalan yang menanjak sehingga dapat terjatuh kebelakang, ataupun melewati jalan dengan tikungan tajam yang dapat membuat kolom terlepas dari ikatan dan menimpa apapun yang ada pada samping truck tersebut.

2.3.1.2 Safety Pada Unloading

Kemungkinan terjadi kecelakaan kerja pada proses unloading penurunan dan pembongkaran paket kolom precast yang dikirimkan pada onsite antara lain dapat menyebabkan cedera akibat terjepit kolom precast yang sedang berusaha untuk dipindah dan diturunkan oleh mobile crane untuk disimpan pada gudang proyek. Peluang tertabrak oleh ayunan kolom precast bagi para pekerja yang sedang berkeliaran disekitar juga merupakan hazard yang harus diperhatikan dengan menggunakan metode kolom precast ini.

2.3.1.3 Safety Pada Erection

Kemungkinan terjadi kecelakaan kerja pada proses erection precast dengan menggunakan tower crane dalam pengangkutan vertikal kolom precast pada tempat dan titik instalasi memiliki hazard yang dapat terjadi seperti jatuhnya kolom precast dari tingkat tinggi ke lantai dasar dengan kecepatan tinggi yang dapat menimbulkan resiko yang sangat berbahaya apabila hal tersebut terjadi, dimana hal ini dapat dimungkinkan akibat dari baja penyangga yang kurang tertanam kuat ataupun rantai penarik tower crane yang terputus akibat kerusakan. Dan resiko diatas permukaan lantai apabila terjatuh ataupun tertabrak dapat mengakibatkan terjadinya pekerjaan rework akibat kerusakan yang ditimbulkan dari kecelakaan yang mungkin terjadi

2.3.1.4 Safety Pada Installation

Kemungkinan terjadi kecelakaan kerja pada tahap instalasi pemasangan precast kolom dapat berbeda tergantung dari metode pemasangan dan instalasi joint yang digunakan, misalnya pada penggunaan metode joint dengan menggunakan pasangan pin dan pengecoran in situ sebagai interlock antara kolom dan balok pada pemasangan joint kolom, dimana metode ini dapat membuat

cedera akibat terhimpit saat pemasangan pin pada joint, serta metode ini dapat beresiko untuk membuat seseorang tertusuk tulangan yang berada diluar kolom sebagai sambungan, sedangkan untuk metode pengelasan hazard yang ditimbulkan tidak jauh dengan resiko pengelasan pada umumnya yaitu resiko terbakar saat melakukan pengelasan.

2.3.1.5 Precast Safety Reference

“Sebuah isu mengenai keselamatan dan kesehatan kerja dengan menggunakan precast telah menjadi sorotan utama dalam industri konstruksi dunia, dimana salah satu federasi precast, Precast Flooring Federation (PFF) mengeluarkan revisi mengenai kode pelaksanaan ereksi dari beton precast untuk mengurangi kecenderungan resiko terhadap keselamatan dan kesehatan kerja pada pelaksanaan konstruksi dengan menggunakan beton precast. Proteksi tidak bisa hanya mengandalkan kesadaran dari para pekerja namun juga harus dipertimbangkan kecelakaan akibat kelalaian mereka, oleh karena itu terdapat berbagai metode yang merupakan upaya pencegahan terhadap hazard yang mungkin dapat terjadi dengan menggunakan peralatan seperti Safety Nets dan penggunaan kantung udara.” [22]

2.3.2 Delay Risk

Adapun resiko-resiko yang memiliki potensi dalam menyebabkan keterlambatan suatu proyek sebagai akibat dari kejadian-kejadian yang tidak diinginkan tersebut.

Keterlambatan konstruksi sering terjadi akibat adanya miskomunikasi antara pihak kontraktor owner maupun supplier, umumnya untuk mengatasi permasalahan ini digunakan metode *critical path schedule* secara detail, dimana memfokuskan item pekerjaan dan mempergunakan perkiraan durasi. Efek dari keterlambatan yang terjadi umumnya akan berimpact besar pada penggelembungan dana yang besar akibat penggunaan pinjaman yang biasa digunakan saat menyelesaikan konstruksi dimana hal tersebut harus mempertimbangkan bunga dari bank, serta pengaruh yang secara langsung terasa dari overhead cost yang diakibatkan oleh staf manajemen yang didedikasikan

untuk suatu proyek, ditambah lagi pengaruh dari adanya inflasi pada setiap negara. [23]

2.3.2.1 Traffic and route difficulties

Dalam penggunaan teknologi precast kolom yang memerlukan pengangkutan dari pabrik precast menuju wilayah proyek yang sangat mungkin untuk mempunyai jarak yang cukup jauh, maka akan terdapat resiko terhadap keterlambatan yang disebabkan oleh kemacetan lalu lintas yang tak terhindarkan, ada pula kemungkinan terhambatnya transportasi akibat dari medan perjalanan yang mungkin kurang baik, mulai dari jalan yang rusak hingga area yang berlakuliku.

2.3.2.2 Miscommunication Order

Dalam proses pemesanan panel precast yang dibutuhkan, dapat terjadi kemungkinan terjadinya kesalahan komunikasi antara pihak pemesan dengan pihak produsen, dimana hal ini dapat berupa jumlah item yang disepakati dalam kontrak purchasing, ataupun masalah waktu delivery yang diharapkan tidak sepaham antara kedua belah pihak yang tentu saja dapat berpengaruh terhadap keterlambatan atau pengantaran kolom precast yang berlebihan sehingga dapat mengganggu jadwal keseluruhan proyek

2.3.2.3 Equipment Problem

Permasalahan yang terjadi pada alat berat yang menjadi tumpuan pada pelaksanaan pemasangan panel precast kolom seperti tower crane yang merupakan kejadian yang akan sangat berpengaruh kepada keseluruhan pekerjaan precast kolom, sebab sebagai pemeran utama penyelesaian precast kolom, kerusakan tower crane akan menjadi suatu resiko yang amat berbahaya karena dapat menghentikan seluruh pekerjaan kolom yang tentu saja menghentikan keseluruhan pekerjaan proyek

2.3.2.4 Poor Scheduling

Permasalahan juga dapat terjadi akibat kurang berpengalamannya suatu pelaksana konstruksi terhadap penerapan dan perencanaan pekerjaan kolom yang menggunakan teknologi precast kolom, hal ini dapat berimbas pada lemahnya jaringan komunikasi yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan ini mulai dari hubungan dengan supplier hingga hubungan dengan pekerja sendiri. Schedule menjadi penting juga karena metode precast ini hanya bisa maksimal apabila ditangani dengan cepat dan efisien, jadwal penggunaan alat berat seperti tower crane akan sangat berpengaruh pada pelaksanaan metode ini apakah dapat digunakan secara efisien atau tidak. Dan kelemahan perencanaan jelas akan menghambat pelaksanaan konstruksi pekerjaan kolom dan pekerjaan proyek secara umum.

2.3.3 Accuracy Risk

Kemudian terdapat pula resiko yang dapat mempengaruhi kualitas dari konstruksi kolom precast itu sendiri, terjadinya berbagai kesalahan yang dapat menyebabkan kerusakan pada panel precast haruslah turut dipertimbangkan

2.3.3.1 Poor Skilled Worker

Resiko akibat dari kurangnya kompetensi dari pekerja dilingkungan proyek dimana pemahaman mereka mengenai metode pemasangan precast kolom masih sangat rendah dan sangat memungkinkan untuk melakukan kesalahan serta failure atas sambungan atau dapat pula kurangnya pemahaman mengenai metode untuk menjaga vertikalitas dari kolom sehingga dapat mengakibatkan pergeseran struktur yang jelas dapat berbahaya bagi keselamatan gedung.

2.3.3.2 Failure and crack

kemungkinan terjadinya resiko akurasi yang juga dapat terjadi akibat kerusakan yang tidak disengaja pada saat pelaksanaan pekerjaan precast kolom dilapangan dimana ada resiko pada saat proses penyimpanan yang kurang baik sehingga dapat merusak struktur kolom yang dapat menurunkan kualitasnya. Atau pun kejadian pada saat erection ataupun installing yang juga mungkin terjadi

kesalahan sehingga dapat mengakibatkan kerusakan atau failure struktur precast kolom yang mengharuskan dilakukannya pekerjaan ulang atau rework [24]

2.4 Faktor resiko pada metode konvensional

Pada penelitian ini resiko merupakan salah satu hal yang akan dijadikan pertimbangan pada saat membandingkan kedua metode pekerjaan kolom. Beberapa teori telah membuktikan bahwa metode apapun yang akan digunakan pastilah memiliki resiko masing-masing sesuai dengan metode yang akan digunakan. Berikut ini beberapa bahasan mengenai resiko yang mungkin terjadi pada metode konvensional

2.4.1 Safety factor

Resiko terhadap keselamatan kerja yang mungkin terjadi pada metode konvensional dapat terjadi resiko pada proses pengangkutan concrete yang menggunakan bucket untuk pengecoran kolom, dimana proses ini membutuhkan pengangkutan yang cukup banyak mulai dari pengangkutan pembesian, pengangkutan formwork serta pengangkutan concrete dalam bucket yang memiliki resiko terhadap safety pada proses pengangkutannya yang cenderung lebih banyak dibandingkan dengan precast yang hanya mengangkut kolom precastnya saja.

Resiko juga dapat terjadi pada saat proses pengecoran berlangsung, pada proses ini umumnya dilakukan pada malam hari untuk menjaga jadwal penggunaan tower crane yang efisien, pada malam hari terlebih untuk pekerjaan struktur kolom pengecoran akan dilakukan secara manual dengan menggunakan tenaga tukang untuk melakukan pembukaan katup bucket, mengatur pipa tremi dan melakukan proses vibrasi manual diatas formwork ataupun dilakukan diatas bucket pengecoran, hal ini juga dapat membahayakan para pekerja terlebih apabila dilakukan pada malam hari, yang membuat pengelihatannya menurun dan dapat menyebabkan terjatuhnya para pekerja dan membuat mereka cedera yang tentu saja dapat menurunkan kapasitas produksi mereka.

2.4.2 Delay Risk

Resiko terhadap keterlambatan dapat terjadi oleh beberapa hal pada metode konvensional antara lain adanya keterlambatan yang disebabkan oleh proses pendatangan material yang dapat terhambat akibat berbagai sebab, mulai dari permasalahan pada purchasing, permasalahan pada proses delivery yang dapat mengalami keterlambatan pendatangan material dan sebagainya. Hingga penggunaan tower crane yang mungkin sudah terlalu sibuk sehingga dapat menyebabkan delay pada pekerjaan ini. Rendahnya kapasitas produksi dari para pekerja juga turut dapat membuat terjadinya keterlambatan pada penyelesaian pekerjaan ini.

2.4.2.1 Batching Plant Problem

Resiko juga dapat terjadi pada pemasok beton yang biasa disebut dengan batching plant, pada pemasok ini dapat terjadi kemungkinan kerusakan yang menyebabkan terhambatnya supply dari batching plant. Hal ini tentu saja dapat menjadi salah satu kemungkinan terjadinya keterlambatan pengerjaan suatu proyek.

2.4.2.2 Poor tower crane scheduling

Penggunaan tower crane yang cukup tinggi sangat membutuhkan sistem penjadwalan yang baik, kapan waktu yang diperlukan untuk mengangkut material baja, kapan waktu yang disediakan untuk melakukan proses pengecoran vertikal yang terjadi dimana membutuhkan tower crane untuk mengangkut bucket, oleh karena itu penjadwalan yang buruk akan sangat berpengaruh pada efisiensi waktu pada tower crane, yang juga sangat berpengaruh pada jadwal keseluruhan proyek

2.4.2.3 Low capacity worker

Kapasitas produksi para pekerja juga dapat mempengaruhi komponen biaya dan waktu pada pelaksanaan proyek, pekerja yang memiliki kapasitas rendah akan lebih lama membutuhkan waktu untuk mengerjakan suatu pekerjaan, yang secara tidak langsung akan menurunkan kapasitas produksi keseluruhan proyek atau bisa juga menaikkan budget yang dibutuhkan pada keseluruhan proyek sebagai akibat harus menambahkan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan

2.4.3 Accuracy Risk

Resiko yang dapat terjadi pada kesempurnaan kualitas pembuatan kolom dengan menggunakan metode konvensional dapat disebabkan oleh beberapa hal antara lain

2.4.3.1 Batching Plant Inaccuracy

Pengawasan terhadap batching plant yang terdapat pada proyek memiliki akurasi yang lebih rendah jika ditinjau terhadap akurasi kekuatan yang akan dibuat pada campuran beton jika dibandingkan dengan pengawasan pengecoran yang dilakukan pada pabrik dalam metode precast

2.4.3.2 Poor maintenance formwork

Formwork yang digunakan apabila tidak dilakukan perawatan dengan baik maka dapat menurunkan sedikit kualitas dari hasil cetakan yang dilakukan pada pencetakan beton konvensional

2.4.3.3 Bad steel reinforce positioning

Pada proses pembesian yang dilakukan secara konvensional memiliki keakuratan yang sangat rendah dalam hal positioning pembesian, pada proses konvensional pemosisian baja hanya dilakukan secara manual tanpa bisa ditarik secara statis dengan menggunakan metode prestress, yang mengakibatkan tingginya peluang terjadinya pergeseran tulangan yang cukup jauh dari yang seharusnya. Hal ini tentu saja akan dapat menimbulkan perbedaan kekuatan dari desain ke pelaksanaan.

2.4.3.4 Low skilled worker when vibrating

Lemahnya pemahaman akan pentingnya proses vibrasi pada para pekerja dapat menyebabkan proses vibrasi tidak berjalan dengan sempurna yang dapat berakibat pada banyaknya rongga didalam struktur beton yang dapat mengurangi kekuatan daripada beton itu sendiri

2.4.3.5 Additional work for finishing of cracking

Penggunaan metode konvensional yang dapat menimbulkan banyak rongga dan crack pasca pelepasan bekisting mengharuskan dilakukannya sebuah pekerjaan tambahan yaitu finishing terhadap crack yang menambah waktu pekerjaan dan cost elemen pada keseluruhan proyek.

2.4.3.6 Additional cost from waste inefficiencies

Pada pelaksanaan metode konvensional terdapat banyak sekali waste yang terbuang dari berbagai pelaksanaan proyek, mulai dari waste beton hingga waste baja, hal ini dapat dihitung sebagai biaya tambahan yang cukup besar bila dihitung secara keseluruhan proyek.

2.5 Pengaruh penerapan metode precast terhadap biaya dan waktu

Pengaruh penerapan metode precast terhadap kinerja proyek dapat dilihat dari seberapa perbedaan atas faktor yang mempengaruhi biaya dan waktu proyek, mulai dari perbedaan metode yang digunakan dapat dengan jelas terlihat bahwa perbedaan struktur biaya dan estimasi durasi pelaksanaan yang juga jelas berbeda. Namun tidak cukup apabila hanya ditinjau hanya dari faktor besar biaya dan waktu saja, namun juga harus ditinjau dari segala aspek yang akan mempengaruhi estimasi waktu dan biaya tadi. Sebagai contoh perbedaan tenaga kerja yang digunakan juga harus dipertimbangkan sebagai faktor yang juga turut serta mempengaruhi biaya, kemudian faktor peralatan yang digunakan juga sudah pasti jauh berbeda [25]

Tabel 2.2 Pengaruh Biaya

Faktor	Kerangka Pengaruh Terhadap Biaya	
	Cast In Situ	Precast Concrete
Concrete	Ready Mix	Precast
Joint system	Starter Bar Steel	Joint
Transportation	Few Mixer Truck	Many Truck
Erection	Concrete Pump/Bucket+TC	Tower Crane

Universitas Indonesia

Tabel (Sambungan)

Production	Temporary Formwork	Permanent Formwork
Finishing	Curing + Plaster	Plaster

Sumber : Ir. Asiyanto MBA, IPU 2012

Tabel 2.3 Pengaruh Waktu

Faktor	Kerangka Pengaruh Terhadap Waktu	
	Cast In Situ	Precast Concrete
Supply	Batching Plant	Concrete Factory
Travel Time	Direct	Traffic
Install Time	Long	Short
Leveling	Wait for concrete age	As soon as installed

Sumber : Ir. Asiyanto MBA, IPU 2012

2.6 Metode Joint Precast Kolom

Pada pelaksanaan pemasangan kolom precast terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam instalasi Joint yang merupakan sambungan antar panel precast dengan konstruksi bangunan itu sendiri. Berikut adalah metode yang digunakan untuk penyambungan kolom precast

2.6.1 Sambungan basah

Sambungan basah adalah metode penyambungan komponen modul pracetak di mana sambungan tersebut baru dapat berfungsi secara efektif setelah dalam jangka waktu tertentu. Sambungan basah dibedakan atas dua yakni

- *In-situ Concrete Joints*

Sambungan jenis ini dapat diaplikasikan kepada sambungan kolom-kolom, kolom-balok dan plat-balok. Metode pelaksanaannya adalah dengan melakukan pengecoran pada pertemuan dari modul. Cara penyambungan tulangan dapat digunakan coupler ataupun overlapping.

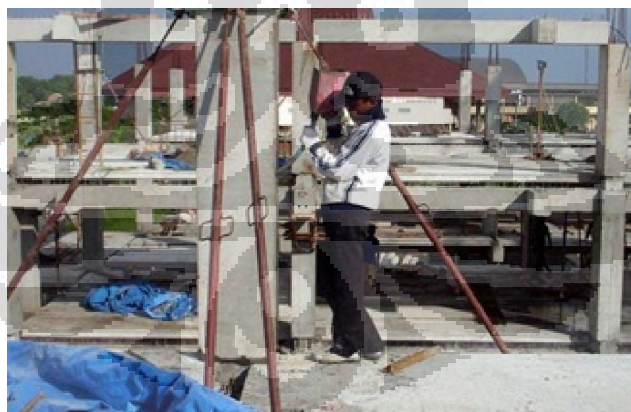
- *Pre-Packed Aggregate*

Penyambungan dengan cara menempatkan agregat pada bagian yang akan disambung dan kemudian diinjeksi dengan semen dan air dengan menggunakan pompa hidrolis sehingga air semen akan mengisi ruang yang kosong.

2.6.2 Sambungan kering (menggunakan baut dan las)

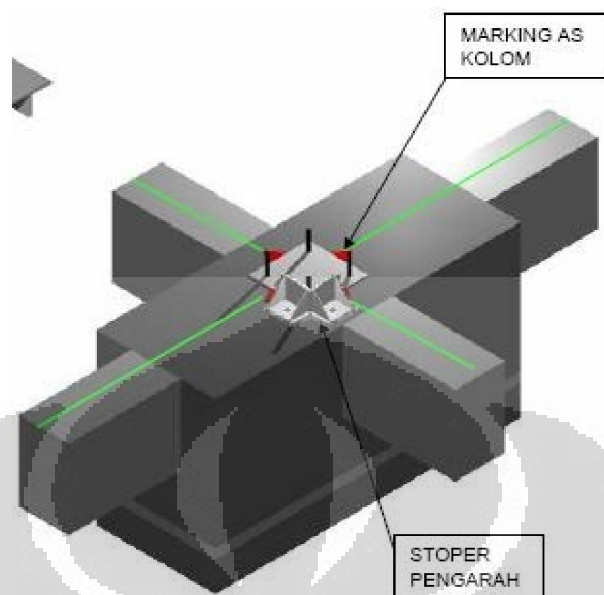
Sambungan kering merupakan metode penyambungan di mana sambungan tersebut dapat berfungsi langsung secara efektif. Jenis sambungan ini juga dibedakan atas dua yaitu:

- Sambungan las, dengan menggunakan pelat baja yang ditanamkan pada beton pracetak yang akan disambung. Kedua pelat ini kemudian akan disambung dengan las. Setelah pengerjaan pengelasan selesai dilanjutkan dengan menutup pelat sambung tersebut dengan adukan beton dengan tujuan melindungi pelat dari korosi.
- Sambungan baut, penyambungan cara ini juga diperlukan pelat baja di kedua elemen modul yang akan disambung. Selanjutnya pelat tersebut juga akan dicor dengan adukan beton.



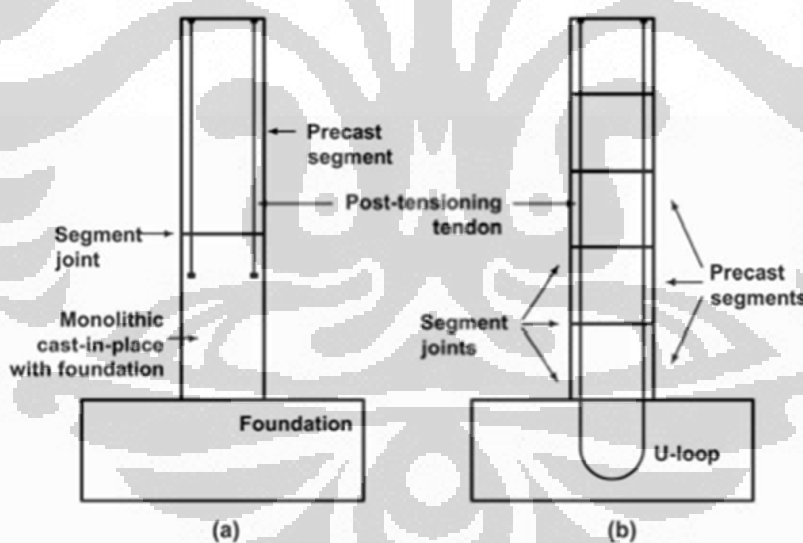
Gambar 2.1 Instalasi Kolom *Precast*

Sumber : tukangarsitek.com



Gambar 2.2 Sambungan *Precast* Kolom

Sumber : tukangarsitek.com



Gambar 2.3 diagram penyambungan *Joint*

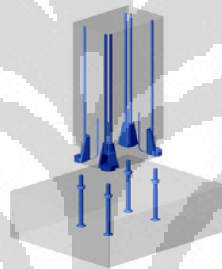
Sumber : Desertasi Yu-Chen Ou

2.6.3 Sambungan Pengembangan

Metode penyambungan precast kolom dengan teknologi pengembangan dibuat dengan menambahkan teknologi angkur sebagai teknologi sambungan

Universitas Indonesia

yang dapat menyelesaikan waktu pemasangan dengan jauh lebih cepat yang disebut dengan *column shoes*. *Column Shoes* ini merupakan sebuah konektor atau sambungan kolom yang membiarkan koneksi momen stiff antar kolom precast seperti pada pondasi. Seluruh gaya yang bekerja akan ditransfer melalui sambungan kolom dan baut kepada struktur bearing. Precast kolom akan terkunci dengan baut berangkur yang ditanamkan didalam dasar struktur pembentuk kolom precast pada saat proses fabrikasi dilakukan yang sekaligus menjadikannya struktur tarik pada kolom tersebut [26]



Gambar 2.4 Diagram *Column Shoes Connector*

Sumber : Precaststructure.com

2.7 Peralatan Precast Kolom

Pada pelaksanaan precast kolom terdapat beberapa peralatan penting yang akan dipergunakan untuk menyelesaikan instalasi pembuatan beton kolom dengan menggunakan metode precast antara lain

2.7.1 Truck



Gambar 2.5 Truk *Mixer with Pump*

Sumber : socialmania.co.uk

Truk merupakan sebuah kendaraan bermotor dengan kapasitas angkut yang sangat besar untuk digunakan sebagai alat transportasi darat untuk benda-benda yang sangat berat. Daya angkut truk tergantung kepada beberapa variabel, diantaranya jumlah ban, jumlah sumbu/ konfigurasi sumbu, muatan sumbu, kekuatan ban, daya dukung jalan. Pada daftar berikut ditunjukkan hubungan antara daya angkut dengan konfigurasi sumbu truk.



Gambar 2.6 Truk Precast

Sumber : www.jpccarrara.com/Projects/EppingNH.aspx

Tabel 2.4 Konfigurasi Truk

Konfigurasi sumbu	Jumlah sumbu	Jenis	JBI Kelas II	JBI Kelas III
1 - 1	2	Truk Engkel	12 ton	12 ton
1 - 2	2	Truk Besar	16 ton	14 ton
1 - 2.2	3	Truk Tronton	22 ton	20 ton
1.1 - 2.2	4	Truk 4 sumbu	30 ton	26 ton
1 - 2 - 2.2	4	Trailer	34 ton	28 ton
1 - 2.2 - 2.2	5	Trailer	40 ton	32 ton
1 - 2.2 - 2.2.2	6	Trailer	43 ton	40 ton

Sumber : Google.com



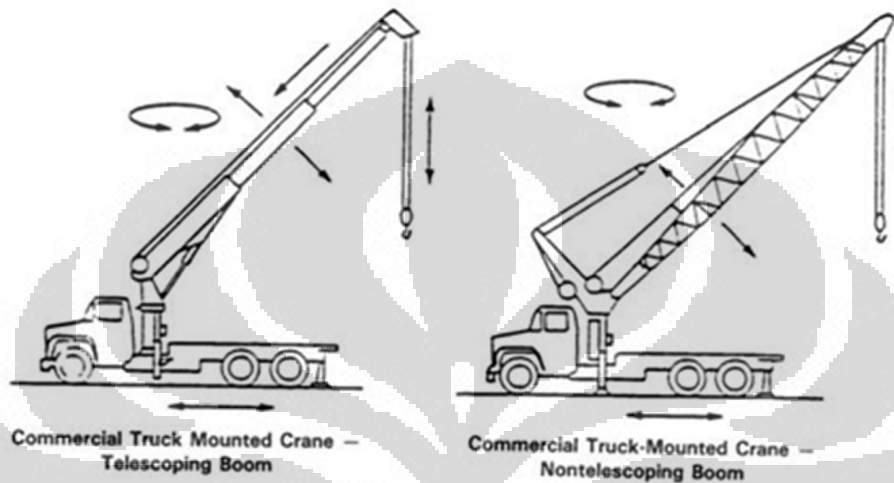
Gambar 2.7 Truk Tangki

Sumber : burchtank.com

Truk tangki adalah truk yang dirancang untuk mengangkut muatan berbentuk cair atau gas. Untuk meningkatkan kestabilan dalam transportasi cairan dalam tangki, tangki dibagi dalam beberapa kompartemen yang dipisahkan dengan sekat-sekat. Dari engine truck part bisa ditentukan fungsi truk.

Daya angkut truk tangki bervariasi dari beberapa ribu liter sampai 16 ribu liter dan tergantung juga kepada berat jenis cairan yang diangkut, bahan bakar berkisar antara 0,7 sampai 0,8 sedangkan air 1. Engine truck part sangat penting fungsinya.

2.7.2 Mobile Cranes



Gambar 2.8 Diagram Mobile Crane

Sumber : www.pnnl.gov

Dalam perkembangan teknologi pekerjaan konstruksi membutuhkan mobilitas yang tinggi serta pembatasan waktu dan tempat, maka alat angkat sangat memegang peranan penting. Misalnya untuk mengangkat / mengangkut alat, material dan tenaga kerja dari suatu tempat ke tempat lain pada gedung bertingkat. Alat pengangkat yang biasa digunakan pada proyek konstruksi ialah mobile crane. Cara kerja mobile crane ialah dengan mengangkat material yang akan dipindahkan kemudian memindahkan secara horizontal dan vertical, baru diturunkan di tempat yang diinginkan. Crane mempunyai beberapa tipe pengoperasian yang dapat dipilih sesuai kondisi proyeknya.

1. Crane beroda crawler
2. Truck Crane
3. Hydraulic Crane

2.7.2.1 Crawler Cranes



Gambar 2.9 Crawler Crane

Sumber : craneinside.com

Bagian atas crawler crane ini dapat berputar 360° dan bergerak di dalam lokasi proyek saat melakukan pekerjaannya. Bila akan digunakan diproyek lain maka crane diangkut dengan menggunakan *lowbed trailer*. Pengangkutan ini dilakukan dengan membongkar boom menjadi beberapa bagian untuk mempermudah pelaksanaan pengangkutan.

Pengaruh permukaan tanah terhadap alat tidak akan menjadi masalah karena lebar kontak antara permukaan dengan roda cukup besar, kecuali jika permukaannya tanah yang jelek. Pada saat pengangkatan material, hal-hal yang perlu diperhatikan adalah posisi alat waktu operasi yang harus benar-benar *water level*, keseimbangan alat dan penurunan permukaan tanah akibat beban dari alat tsb. Pada permukaan yang jelek atau permukaan dengan kemungkinan terjadi penurunan, alat harus berdiri diatas suatu alas /matras. Keseimbangan alat juga dipengaruhi besarnya jarak rode crawler. Untuk itu pada beberapa jenis crane, memiliki crawler yang lebih panjang guna mengatasi keseimbangan alat.

2.7.2.2 Hydraulic Crane



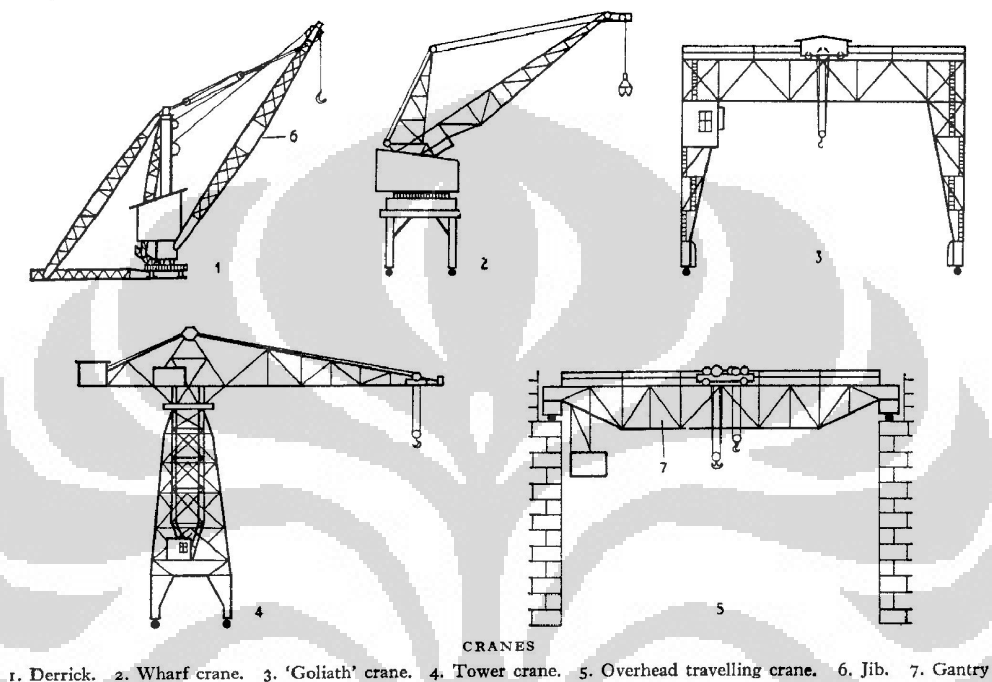
Gambar 2.10 Hydraulic Crane

Sumber : allisoncrane.com

Ada juga jenis lain dari Truck Crane yang disebut *Hydraulic Truck Crane* atau *Telescopic Crane*. Boom crane jenis ini dapat diperpanjang atau diperpendek sesuai kebutuhan, untuk itu diperlukan tenaga hidrolis sebagai penggerakannya. Kapasitas alat ini maksimum 7 ton, dengan radius putar 3 meter dengan boom 13,70 meter dan dapat mengangkat beban 0,45 ton. Pengoperasian alat ini membutuhkan site yang luas dan permukaan yang kuat

Untuk menahan ban dan penopang yang berdiri kokoh. Crane ini sangat cocok Digunakan pada pekerjaan finishing dan pemeliharaan gedung bertingkat.

2.7.3 Tower Cranes



Gambar 2.11 Diagram Tower Crane

Sumber : towercranetraining.co.uk

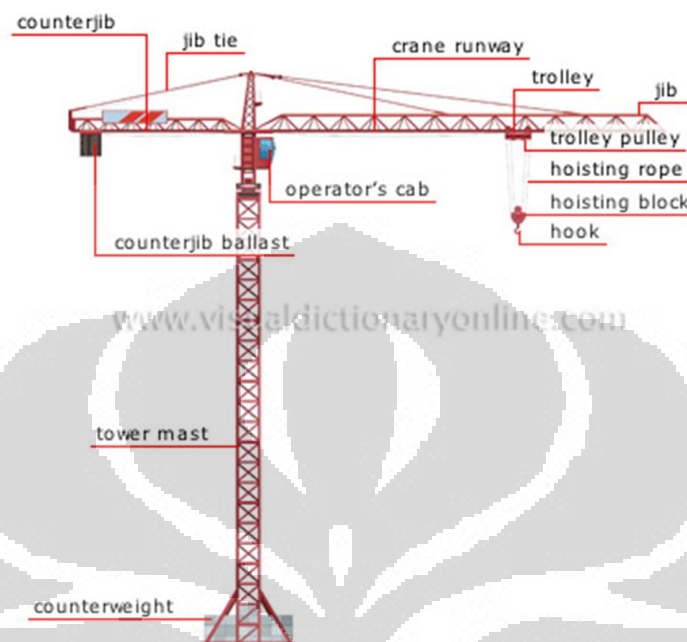
Tower Crane adalah suatu alat bantu yang ada hubungannya dengan akses bahan dan material konstruksi dalam suatu proyek. Bila dijabarkan lebih lanjut, fungsinya lebih dekat terhadap alat mobilisasi vertikal-horisontal yang amat sangat membantu didalam pelaksanaan pekerjaan struktur.



Gambar 2.12 Tower Crane

Sumber : globalsim.com

2.7.3.1 Free Standing Crane



Gambar 2.13 Free Standing Crane

Sumber : visualdictionaryonline.com

Crane yang berdiri bebas (free standing crane) berdiri diatas pondasi yang khusus dipersiapkan untuk alat tersebut. Jika crane harus mencapai ketinggian yang besar maka kadang-kadang digunakan pondasi dalam seperti tiang pancang. Tiang utama (*mast*) diletakkan di atas dasar dengan diberi *ballast* sebagai penyeimbang (*counterweight*). Syarat dari pondasi tersebut harus mampu menahan momen, berat crane dan berat material yang diangkat.

Tipe *jib* atau lengan pada tower crane ada dua yaitu *saddle jib* dan *luffing Jib*. Saddle jib adalah lengan yang mendatar dengan sudut 90° terhadap *mast* atau tiang tower crane. Jib jenis ini dapat bergerak 360° . Sedangkan *luffing jib* mempunyai kelebihan dibandingkan dengan saddle jib karena sudut antara tiang dengan jib dapat diatur lebih dari 90° . Dengan kelebihan ini maka hambatan pada saat lengan berputar dapat dihindari. Dengan demikian pergerakan tower dengan *luffing jib* lebih bebas dibandingkan dengan alat yang menggunakan saddle jib.

2.7.3.2 Rail Mounted Crane



Gambar 2.14 Rail Mounted Crane

Sumber : overhead-cranehoist.com

Penggunaan rel pada crane jenis ini mempermudah alat untuk bergerak sepanjang rel tersebut. Tetapi agar tetap seimbang gerakan crane tak dapat terlalu cepat. Kelemahan crane tipe ini adalah harga rel yang cukup mahal, rel harus diletakkan pada permukaan datar sehingga tiang tidak menjadi miring.

Crane jenis ini digerakkan dengan menggunakan motor penggerak. Jika kemiringan tiang melebihi $1/200$ maka motor penggerak tidak mampu menggerakkan crane. Selain itu juga perlu diperhatikan desain rel pada tikungan karena tikungan yang terlalu tajam akan mempersulit motor penggerak untuk menggerakkan alat.

Ketinggian maksimum rail mounted crane adalah 20 meter dengan berat beban yang diangkat tidak melebihi 4 ton. Batasan ini perlu diperhatikan untuk menghindari jungkir, mengingat seluruh badan crane bergerak pada saat pengangkatan material. Walaupun kapasitas angkut dan ketinggian yang terbatas namun keuntungan dari rail mounted crane adalah jangkauan yang lebih besar sesuai dengan panjang rel yang tersedia.

2.7.3.3 Tied In Tower Crane

Crane mampu berdiri bebas pada ketinggian kurang dari 100 meter. Jika diperlukan crane dengan ketinggian lebih dari 100 m, maka crane harus ditambatkan atau dijangkar ke struktur bangunan. Fungsi dari penjangkaran ini ialah untuk menahan gaya horizontal. Dengan demikian crane tipe tied in tower crane dapat mencapai ketinggian sampai 200 meter.

2.7.3.4 Climbing Crane



Gambar 2.15 Climbing Crane

Sumber : iuk.co.jp

Apabila lahan yang ada terbatas, maka alternative penggunaan crane yakni Crane panjat atau Climbing Crane. Crane tipe ini diletakkan didalam struktur bangunan yaitu pada core atau inti bangunan. Crane bergerak naik bersamaan dengan struktur naik. Pengangkatan crane dimungkinkan dengan adanya dongkrak hidrolis (*hydraulic jacks*). [27]

2.8 Kerangka Berpikir dan Hipotesa

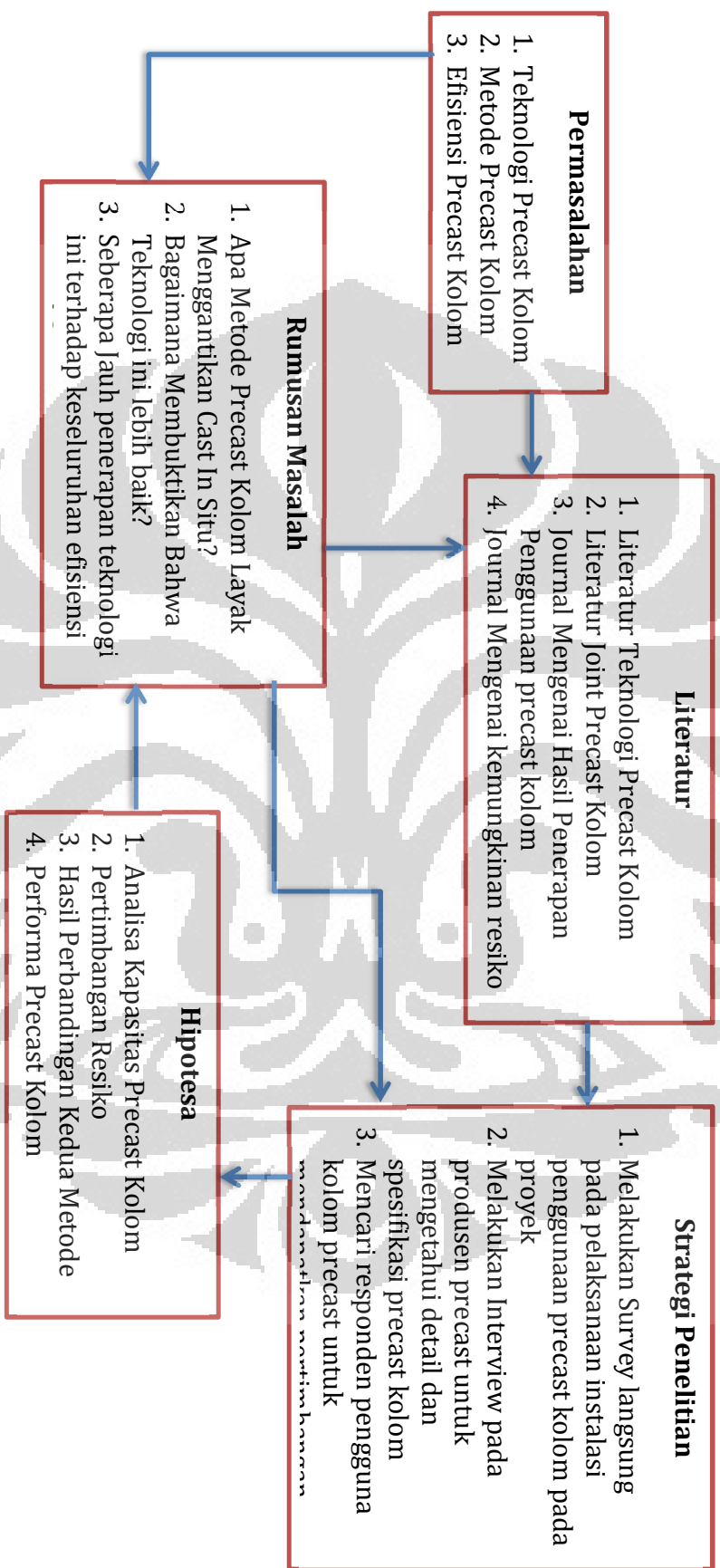
Untuk menguraikan rumusan masalah dan mendapatkan kesimpulan yang bermanfaat, dapat ditarik rumusan masalah dalam bentuk pertanyaan yang

Universitas Indonesia

menggambarkan variabel yang akan diteliti, yang nantinya akan dipelajari lebih lanjut studi literturnya guna memperdalam konsep dan teori dari variabelnya. Sementara hipotesa adalah hasil dari kajian pustaka atau studi sebelumnya yang menjadi kesimpulan sementara dari penelitian ini. Penentuan metode penelitian yang akan digunakan juga menjadi salah satu hal yang penting.



2.8.1 Kerangka berpikir



Sumber : Olahan Sendiri

Gambar 2.16 Bagan Kerangka Berpikir

2.8.2 Hipotesa

Berdasarkan dari diagram kerangka berpikir diatas maka dapat disimpulkan bahwa penelitian mengenai kinerja precast dapat diselesaikan dengan mempertimbangkan dua hal besar yaitu biaya dan waktu, dimana didalamnya akan dianalisa mengenai seluruh faktor yang akan mempengaruhi kedua faktor. Dan sebagai hipotesa yang mendasari penelitian ini yaitu untuk membuktikan bahwa metode precast kolom dapat meningkatkan efisiensi waktu dan biaya keseluruhan proyek konstruksi, dan merupakan sebuah teknologi yang lebih baik dibandingkan metode konvensional yang biasa digunakan



BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pendahuluan

Penelitian yang akan dilakukan haruslah memiliki jalur yang jelas untuk mendapatkan kesimpulan, dimana pada penelitian ini memiliki fokus untuk membuat pertimbangan yang diperlukan untuk mengambil keputusan dalam pemilihan metode konstruksi khususnya untuk perbandingan cast in situ dan precast terhadap konstruksi struktur kolom. Semua faktor yang dapat mempengaruhi keputusan dalam pemilihan metode tersebut akan dipertimbangkan agar mendapatkan keputusan dan kesimpulan yang tepat

3.2 Strategi Penelitian

Dalam penelitian yang akan dilakukan, metode pengumpulan data yang direncanakan haruslah dapat memenuhi kebutuhan informasi yang dibutuhkan untuk mendapatkan kesimpulan terhadap penelitian yang dilakukan dimana metode pengumpulan data tersebut antara lain sebagai berikut

3.2.1 Studi Banding

Pengumpulan data dilakukan dengan membandingkan secara langsung penggunaan metode precast pada pelaksanaan proyek yang dilakukan dilapangan, dengan pengumpulan data seperti ini diharapkan data yang akan didapatkan lebih dapat menggambarkan secara aktual pelaksanaan metode precast yang sesungguhnya dilapangan, dimana studi akan dilakukan di dalam proyek yang menggunakan dua metode pengecoran dalam pelaksanaan konstruksinya, dengan demikian maka diharapkan data perbandingan dapat diperoleh secara lebih efisien dan lebih akurat karena memiliki faktor pembanding lain seperti produktifitas tenaga kerja peralatan dan lainnya yang serupa sehingga dapat dilakukan perbandingan yang cukup jelas serta lebih akurat

3.2.2 Studi Manufaktur

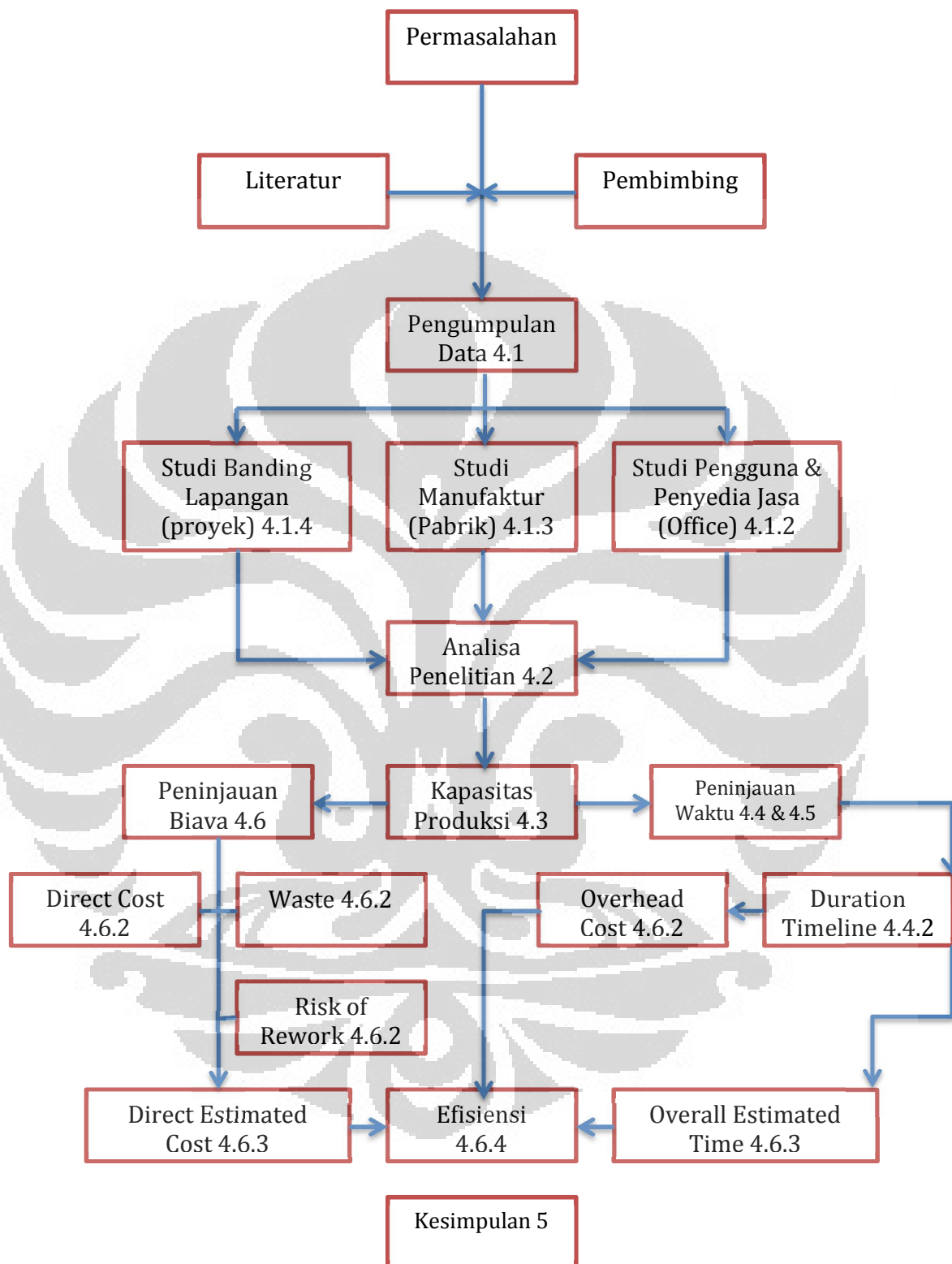
Pengumpulan data dilakukan dengan pengamatan langsung mengenai metode pembuatan precast yang direncanakan akan diamati pada produsen serta pabrik pembuat beton precast. Studi manufaktur bertujuan untuk mengetahui seberapa jauh kelebihan yang dapat dicapai dengan pembuatan beton secara manufaktur ini sehingga dapat dianalisa faktor kualitas yang terdapat didalam pertimbangan untuk memutuskan metode yang nantinya akan dipertimbangkan, serta faktor-faktor lain yang mungkin untuk dijadikan pertimbangan dalam memilih metode precasting

3.2.3 Studi Pengguna Jasa

Pengumpulan data dilakukan dengan Interview terhadap pihak-pihak yang berwenang dalam mengambil keputusan dalam pemilihan metode konstruksi seperti pihak kontraktor maupun owner, hal ini bertujuan untuk mendapatkan pertimbangan yang menjadi tolak ukur dalam pemilihan metode konstruksi sehingga dapat menjadi referensi dalam mempertimbangkan hasil dari kesimpulan dari penelitian yang nantinya akan dibuat

3.3 Proses Penelitian

Analisa data yang akan dilakukan ditekankan kepada analisis faktor-faktor yang terdapat pada metode yang diangkat agar dapat diketahui metode mana yang merupakan metode terbaik dalam kondisi tertentu. Dengan demikian maka analisa harus mempertimbangkan segala faktor yang terdapat didalam setiap metode yang dapat mempengaruhi nilai dari metode itu sendiri jika dibandingkan dengan tujuan yang ingin dicapai oleh para pengambil keputusan. Analisa juga harus dilakukan dengan suatu batasan yang jelas agar perbandingan dapat dilakukan dengan benar dan divalidasi berdasarkan referensi yang didapatkan. Adapun pertimbangan-pertimbangan yang menjadi perhatian utama dalam penelitian ini adalah sebagai berikut



Gambar 3.1 Diagram Penelitian

Sumber : Olahan Sendiri

3.3.1 Perhitungan Kapasitas Produksi

Perhitungan kapasitas produksi merupakan suatu proses awal yang harus dilakukan terhadap setiap data metode yang telah didapatkan agar kapasitas setiap metode yang digunakan dapat diketahui yang akan menjadi landasan utama dalam perhitungan yang akan terkait terhadap durasi yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu volume pekerjaan, serta dapat mengestimasi segala pengeluaran yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan lengkap dengan jumlah tenaga kerja dan material yang dibutuhkan, dengan kata lain kapasitas produksi yang menjadi analisa pertama terhadap metode konstruksi yang akan ditinjau dan merupakan landasan utama dalam penelitian ini untuk mengkaitkan seluruh faktor lainnya.

3.3.2 Pengaruh Terhadap Waktu

Dengan menggunakan perbandingan kapasitas yang dimiliki setelah menganalisa metode yang berbeda dengan jenis pekerjaan yang berbeda pula, maka perhitungan waktu terhadap suatu pekerjaan yang sama dengan volume yang sama dapat diperhitungkan dan dapat dianalisa secara kasar untuk mendapatkan gambaran kasar terhadap efisiensi waktu yang dihasilkan dari metode-metode yang diteliti

3.3.3 Pengaruh Terhadap Biaya (direct cost)

Perbandingan kapasitas yang didapat kemudian dapat menghasilkan perhitungan untuk mengestimasi pengeluaran yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu pekerjaan yang sama dengan memperhatikan perbedaan kebutuhan yang terjadi dengan penggunaan metode yang berbeda, dan dari analisa pengaruh inilah akan dihasilkan biaya langsung untuk pekerjaan tersebut atau biasa kita sebut dengan direct cost

3.3.4 Analisa Terhadap Resiko

Kemudian dari hasil estimasi yang telah dilakukan haruslah ditambahkan dengan segala resiko yang mungkin terjadi dengan menggunakan metode-metode tersebut dimana setiap resiko yang dapat terjadi pasti memiliki perbedaan dari

tingkat resiko hingga peluang terjadinya resiko yang harus diperhitungkan dalam mengambil keputusan, sebab hal tersebut secara tidak langsung akan berpengaruh terhadap keseluruhan biaya dan durasi pekerjaan proyek

3.3.5 Analisa Terhadap SDM (overhead cost)

Kemudian dari waktu pelaksanaan yang didapatkan maka akan dapat diperhitungkan total biaya SDM manajemen proyek yang juga sangat erat kaitannya dengan seberapa lama durasi proyek dengan menggunakan metode precast jika dibandingkan dengan metode cast in situ. Sehingga dapat diperkirakan seberapa besar pengaruh overhead cost ini terhadap biaya akhir proyek

3.3.6 Perumusan akhir terhadap faktor waktu dan biaya

Kemudian perumusan akhir sebagai kesimpulan terhadap keseluruhan analisa metode-metode yang diteliti akan dapat disimpulkan kedalam dua hal utama yang menjadi faktor penting dalam keputusan untuk memilih suatu metode yaitu analisa akhir terhadap waktu yang telah memperhitungkan keterlambatan akibat faktor resiko yang membahayakan durasi, serta analisa terhadap biaya yang telah mempertimbangkan analisa akibat beban waste dan overhead cost yang harus diperhitungkan sehingga didapatkannya penilaian akhir untuk setiap metode konstruksi yang sedang diteliti

3.3.7 Peninjauan terhadap efisiensi dan efektifitas metode

Sebagai pertimbangan terhadap efisiensi dan efektifitas dari metode precast ini maka peninjauan akan memperhatikan faktor-faktor yang akan terpengaruh efisiensinya serta faktor lain yang akan terpengaruh dari sisi efektifitasnya

Tabel 3.1 Elemen Biaya

COST ELEMENT	
Konvensional	Pracetak
Beton Ready Mix	Precast Concrete
Baja Tulangan	Baja Sambungan
Bekisting	Truck
Tower Crane	Tower Crane
Bucket	Alat Las
Mollen	Tenaga Kerja
Waste	Resiko Tambahan Biaya
Tenaga Kerja	
Resiko Tambahan Biaya	

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 3.2 Elemen Waktu

TIME ELEMENT	
Konvensional	Pracetak
Proses Pembesian	Proses Awal
Proses Bekisting	Proses Pengantaran
Proses Pengecoran	Proses Pengangkatan
Proses Curing	Proses Instalasi
Proses Finishing	

Sumber : Olahan Sendiri

3.3.7.1 Peninjauan Efisiensi

Pada penelitian ini peninjauan mengenai efisiensi akan diberatkan pada quantity dari pada sumberdaya yang akan digunakan. seberapa besar pengaruh pengurangan yang akan didapatkan dengan menggunakan metode precast kolom ini terhadap waktu dan biaya pada masing-masing faktor yang akan ditinjau. Sebagai contoh mengenai perbandingan efisiensi dapat berupa perbandingan

jumlah tenaga kerja yang nantinya akan dipergunakan jika penggunaan precast kolom ini dapat mengurangi kebutuhan sumberdaya manusia yang pada ujungnya akan memberikan penghematan kepada biaya maka metode precast ini akan dianggap lebih efisien terhadap biaya jika ditinjau dari segi sumberdaya manusia, namun apabila harga material yang digunakan ternyata lebih mahal penggunaan precast dibandingkan dengan konvensional maka dapat dikatakan bahwa metode precast tidak efisien terhadap biaya apabila ditinjau dari segi material utamanya.

Kemudian peninjauan efisiensi terhadap waktu juga dapat dilakukan dengan menganalisa perbandingan durasi dan schedule antara kedua metode yang sedang dibandingkan, misalkan metode precast dapat menyelesaikan suatu pekerjaan kolom hanya dengan waktu 2 jam dan telah siap secara struktural lalu metode konvensional harus menunggu sekian hari baru siap digunakan secara struktural, dimana hal ini akan sangat terlihat pada saat proses penaikan tingkat berlangsung yang membutuhkan kekuatan struktural dibawahnya, sehingga nantinya dapat diteliti seberapa persen peningkatan efisiensi penggunaan kolom precast terhadap keseluruhan kinerja proyek

Kemudian kesimpulan akhir dapat didapatkan dengan mengalikan bobot terhadap besarnya efisiensi yang dihasilkan pada setiap item pekerjaan sehingga didapatkan efisiensi kinerja precast kolom secara keseluruhan

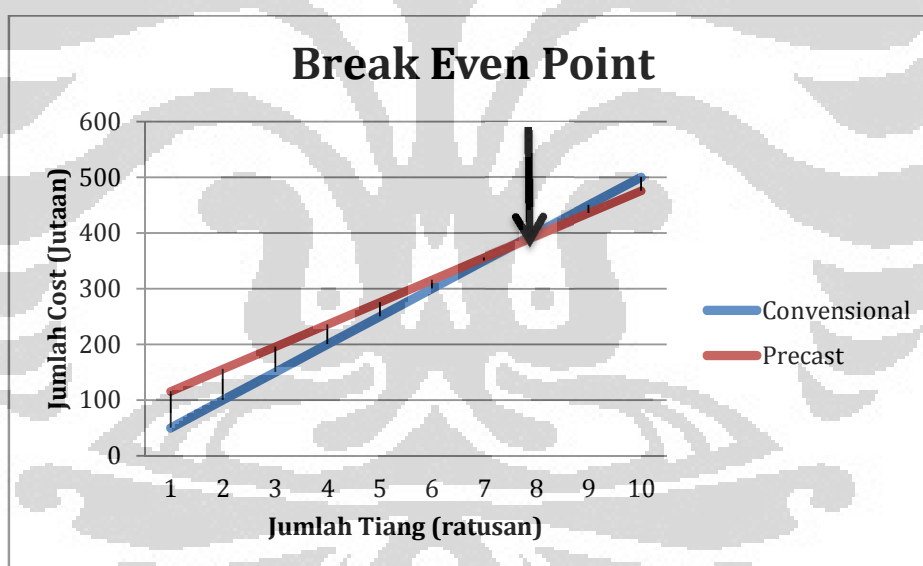
3.3.7.2 Peninjauan Efektifitas

Peninjauan penelitian terhadap efektifitas daripada penggunaan kolom precast akan lebih diberatkan pada quality dari sumberdaya yang digunakan. Peningkatan dan penurunan dari kapasitas produksi akan menjadi tolak ukur utama dalam penilaian terhadap efektifitas metode ini. Sebagai contoh kapasitas seorang pekerja akan dibandingkan kebutuhannya untuk menyelesaikan suatu pekerjaan kolom dengan menggunakan dua jenis metode yang berbeda, dimana kedua metode tadi sudah tentu akan menggunakan sumberdaya manusia dan peralatan yang berbeda pula, yang nantinya akan mendapatkan kapasitas produksi setiap pekerja dalam pengerjaan kolom dan mendapatkan harga satuan yang ditimbulkan akibat adanya perbedaan kapasitas produksi tersebut sehingga dapat

diperhitungkan seberapa besar efektifitas dari penggunaan teknologi kolom precast jika dibandingkan dengan metode konvensional.

3.3.7.3 Peninjauan Break Even Point Precast

Pada penelitian ini juga akan melakukan peninjauan terhadap faktor penentu break even point yang dibutuhkan oleh pelaksana proyek untuk membuat penggunaan metode precast lebih menguntungkan daripada penggunaan metode konvensional. Hal ini akan dilakukan dengan membandingkan antara waktu pelaksanaan dan cost yang dibutuhkan untuk keseluruhan proyek agar dapat mengetahui seberapa banyak tiang yang dibutuhkan secara minimal untuk membuat metode precast lebih efisien dan efektif jika ditinjau pada kekhususan kolom saja.



Gambar 3.2 Diagram Perkiraan Break Even Point

Sumber : Olahan Sendiri

BAB 4

PENGOLAHAN DATA

4.1 Metode Pengambilan Data

Pada penelitian yang dilakukan terhadap komponen yang terpengaruh dengan adanya implementasi metode precast kolom, maka pengambilan data dilakukan dengan menggunakan tiga metode yaitu survey terhadap data keseluruhan suatu proyek yang kemudian nantinya akan dicoba untuk dilihat pengaruhnya terhadap komponen waktu dan biaya pada struktur proyek yang sedang diteliti. Kemudian setiap proyek yang diteliti dilakukan pula interview kepada para pelaksana dan perencana yang terlibat langsung pada proyek tersebut guna melihat metode aktual yang digunakan serta mengestimasi seluruh komponen yang merupakan faktor kritikal pada proyek tersebut, dengan demikian maka didapatkan relevansi antara data proyek yang didapatkan dengan metode pelaksanaan yang sesungguhnya dilapangan. Dan metode terakhir yang dilakukan adalah dengan melakukan observasi langsung pada beberapa proyek yang memungkinkan untuk memvalidasi antara data, opini, dan fakta yang terdapat pada pelaksanaan proyek.

Adapun proyek-proyek yang menjadi referensi pada penelitian ini antara lain :

1. Tower A Greenbay Pluit, Jakarta Utara, PT Total Bangun Persada Tbk
2. Tower B Greenbay Pluit, Jakarta Utara, PT Total Bangun Persada Tbk
3. Rusunawa Marunda, Jakarta Utara, PT Waskita Karya Tbk
4. Rusun Jamsostek, Medan, PT Hutama Karya Tbk
5. Gedung World Class, Universitas Indonesia, PT Waskita Karya Tbk
6. Kebagusan City, Pasar Minggu, PT Adhimix Precast Indonesia Tbk
7. Menara Chitalex Peni, Fatmawati, PT Wika Gedung
8. Pasar Kelapa Gading, Jakarta Utara, PT Adhimix Precast Indonesia Tbk
9. Plaza Quantum, Universitas Indonesia, PT Wika Gedung
10. Allianz Tower, Rasuna Said, PT Total Bangun Persada Tbk

Dari data yang didapatkan pada proyek-proyek tersebut kemudian dicoba untuk dianalisa dengan melakukan penyetaraan antara satu proyek dengan proyek lainnya untuk dijadikan referensi dalam melakukan perhitungan estimasi perubahan yang terjadi dalam implementasi penggunaan metode precast kolom yang akan dilakukan pada salah satu proyek untuk melihat perubahan perilaku yang terjadi terhadap siklus, sebagian, dan keseluruhan komponen biaya dan waktu pada proyek tersebut.

4.1.1 Survey Data Proyek

Dari hasil survey yang dilakukan terdapat beberapa proyek yang memiliki data lengkap dari internal proyek tersebut dimana didalamnya terdapat komponen-komponen yang nantinya akan dijadikan pertimbangan seperti gambaran umum proyek, schedule proyek dalam bentuk bar chart, ataupun metode pelaksanaan yang direncanakan pada pelaksanaan proyek ini

4.1.1.1 Gambaran Umum Proyek



Gambar 4.1 Desain Greenbay Pluit

Sumber : data proyek greenbay

Universitas Indonesia

Proyek Green Bay Pluit merupakan proyek terbesar dari PT. AGUNG PODOMORO LANDs dan sekaligus menjadi proyek terbesar untuk kontraktor utama PT.Bangun Persada TBK. Proyek ini dibangun di lokasi Pluit yang dengan konsep Green Building. Bangunan ini terdiri dari 8 bangunan apartemen dan 4 bangunan Kondominium serta 1 bangunan untuk mall.

Menurut data statistik Mei 2011, penduduk DKI Jakarta berjumlah 8.524.190 jiwa penduduk. Hal ini berarti dengan luas DKI Jakarta yang hanya 661,52 km², tentu tidak akan mencukupi lahan yang tersedia jika semua penduduk melakukan pembangunan masing-masing sebagai tempat tinggal. Di tambah lagi karena Jakarta merupakan Ibukota Negara Indonesia yang notebenanya padat, sibuk, dan sebagai pusat perekonomian, tentu akan menarik daya minat banyak orang untuk tinggal di Jakarta.

Menjawab permasalahan di atas, maka PT.Agung Podomoro Lands membangun apartemen sebagai hunian untuk penduduk DKI Jakarta yang terletak di daerah Pluit, Jakarta Utara. Sementara konsep Green Building merupakan jawaban dari permasalahan Global Warming yang saat ini melanda dunia secara keseluruhan. Selain itu, dengan lokasi yang berada di tepi pantai, tentu akan menjadikan bangunan ini menjadi impian setiap orang.

Data Umum Proyek

Nama	: Proyek Green Bay Apartement 1A
Jenis Bangunan	: Apartement
Alamat	: Muara Karang Pluit Jakarta Utara
Pemilik	: PT. AGUNG PODOMORO LANDs



Gambar 4.2 Gambar denah lokasi proyek greenbay pluit

Sumber : Data proyek greenbay

4.1.1.2 Tim Proyek

Owner	: PT. Kencana Unggul Sukses
Construction Management	: PT. Jaya CM
Arch. & Landscape Consultant	: PT. Airmas Asri
Structure Consultant	: PT. Limajabat Jaya
Mech & Elect. Consultant	: PT. Mecosystem Internusa PT. Malmas Mitra Teknik
Green Building	: G-Energi Global PTE Ltd
Quantity Surveyor	: PT. Korra Antar Buana
Sub Kontraktor Pondasi	: PT Hammer Sakti : PT Paku Bumi
Sub Kontraktor Bekisting	: PT Beton Konstruksi Wijaksana
Supplier Beton Ready Mix	: PT Holcim Indonesia
Supplier Baja	: PT Cakra Tunggal Steel
Supplier Precast	: PT Bcon
Supplier Bata	: PT Primacon Jaya Dinamika

Universitas Indonesia

4.1.1.3 Data Teknis Proyek

Luasan

Lahan Anami 1	: ± 22.185 m ² (dari 120.00 m ²)
Basement	: ± 13.225 m ²
Lantai 1	: ± 4x1.280 m ²
Struktur	: ± 184.000 m ² (dari 859.000 m ²)
Arsitek	: ± 168.000 m ² (dari 760.510 m ²)

Jumlah Lantai

Basement	: 2 lantai (Fasilitas/Utility/Parkir)
GF	: 1 lantai (Fasilitas Kolam Renang)
Lt.1 – Lt.26	: 26 lantai lapis (hunian) + roof
Lt.26 – Lt.28	: 2 lantai + Rppf + LMR
Total Lapis Lantai s.d. Atap	: 32 Lapis + LMR

Jumlah unit Apt : 3694 Unit

Jumlah Beton : 6200 m³

Asumsi Ratio Beton : 0.34 m³/m²

Besi : 160 Kg/m²

Bekisting : 7.4 m²/m³

Waktu Pelaksanaan

Durasi : 25 Bulan

Mulai : 6 September 2010

Selesai : 30 September 2012

Administrasi Proyek

Jenis Kontrak : Target Harga Borongan (THB)

Nilai Kontrak

- Prelim	: Rp. 46.483.350.000 (9,41%)
- Substructure	: Rp. 32.669.700.000 (6,62%)
- Structure	: Rp. 145.089.000.000 (29,40%)
- Arsitek	: Rp. 140.302.000.000 (28,43%)
- ME	: Rp. 130.333.000.000 (26,14%)
- Total	: Rp. 493.500.000.000

4.1.1.4 Lingkup Pekerjaan Proyek



Gambar 4.3 Desain Tower A Greenbay Pluit

Sumber : data proyek greenbay

Secara umum lingkup pekerjaan proyek dari PT. Bangun Persada TBK dalam proyek Green Bay Pluit ini untuk proyek Anami 1A Tower A sebagai berikut :

- A. Prelimineries
- B. Pondasi dan Tanah
- C. Struktur
- D. Arsitektur
 1. Dinding dan Precast
 2. Plafond
 3. Lantai
 4. Lain-Lain
- E. ME

4.2 Analisa Data

Dari data yang telah dikumpulkan dapat dilihat bahwa setiap proyek memiliki perbedaan dalam metode pelaksanaan mereka, oleh karena itu diputuskan untuk menggunakan salah satu proyek sebagai landasan dalam melakukan implementasi penggunaan metode precast kolom sebagai analisa untuk mengetahui nilai efisiensi dari metode ini.

Beberapa data yang didapatkan ada pula yang terkesan tidak konsisten antara satu dengan yang lain walaupun dalam project yang sama, sehingga diambil metode untuk memvalidasi data-data tersebut antara satu dengan yang lainnya lalu dianalisa secara teorikal dan dibandingkan dengan data aktual sehingga bisa didapatkan data yang rasional untuk dijadikan bahan penelitian ini

Metode yang digunakan dalam menyatukan data-data tersebut adalah dengan mengkobinasikan antara pendapat para pelaksana yang telah diinterview dengan siklus yang dibuat secara teorikal dan data yang didapatkan secara observasi sehingga dapat diketahui kapasitas secara harian dan scope yang lebih besar untuk dibandingkan kembali dengan hasil survey data proyek yang lebih terlihat seperti produksi harian dan bar chart proyek, sehingga didapatkanlah kesimpulan data sebagai berikut

4.2.1 Kesimpulan data yang didapatkan

Data yang digunakan merupakan hasil dari penggabungan data-data yang didapatkan sebelumnya menjadi satu kesatuan siklus yang dianggap lebih rasional setelah mempertimbangkan hasil interview, observasi, teoritis, dan data aktual proyek dan proyek utama yang dijadikan landasan dalam penelitian ini adalah tower A proyek greenbay pluit jakarta utara dengan pertimbangan banyaknya informasi yang tersedia dalam project itu dan dianggap paling cocok untuk dilakukan implementasi precast pada struktur kolom untuk melihat seberapa besar pengaruhnya terhadap waktu dan biaya proyek dan data yang digunakan adalah sebagai berikut

Tabel 4.1 Data Overall Proyek

DATA CONVENSIONAL		KETERANGAN
PROYEK	TOWER A GREENBAY PLUIT	Jakarta
KONTRAKTOR	PT TOTAL BANGUN PERSADA	Tbk
BUDGET	125,000,000,000	IDR
DURASI	279	HARI (STR)
WORK DAYS	7	HARI/MINGGU
SHIFT 1	8	JAM (8-16)
SHIFT 2	6	JAM (16-22)
SHIFT 3	5	JAM (22-3)
SHIFT 4	3	JAM (3-6)
COLUMN PER FLOOR	105	KOLOM
TOTAL FLOOR	31	LANTAI
TOTAL ZONING	3	ZONA
LEVEL UP	7	HARI
PENYELESAIAN LANTAI	6	HARI

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.2 Data Siklus Kolom Konvensional

SIKLUS PEMBESIAN	MAX	
FABRIKASI	20	MENIT
PERAKITAN	30	MENIT
EREKSI	10	MENIT
INSTALASI	30	MENIT
SIKLUS BEKISTING	MAX	
CLEANING & OILLING	30	MENIT
ERECTING	5	MENIT
INSTALLING	15	MENIT
VERTICALITY	5	MENIT
SIKLUS PENGECORAN	MAX	
PERSIAPAN/SLUMP TEST	15	MENIT
ERECTING	10	MENIT
PENGECORAN	10	MENIT
SIKLUS FINISHING	MAX	
KEKUATAN STRUKTUR	8	JAM
PELEPASAN BEKISTING	21	HARI
FINISHING	3	JAM

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.3 Data Siklus Precast Kolom

SIKLUS EREKSI		
ATTACHMENT	4	MENIT
ERECTION	4	MENIT
SWING (BOLAK BALIK)	2	MENIT
TOTAL ERECTION	10	MENIT
SIKLUS INSTALLING		
POSITIONING	5	MENIT
SETTING	5	MENIT
THEODOLIT VERTICALITY	15	MENIT
INSTAL JOINT	10	MENIT
GROUTING	15	MENIT
TOTAL INSTALLING	50	MENIT

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.4 Dimensi Kolom Tipikal

DIMENSI KOLOM		
PANJANG	0.9	M
LEBAR	0.9	M
TINGGI	2.8	M
BESI	240	Kg
VOLUME KOLOM	2.268	M3
LUAS PENAMPANG KOLOM	10.08	M2

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.5 Kebutuhan Tenaga Kerja

PELAKSANAAN TENAGA KERJA				
TENAGA	JUMLAH	PROSES	PER HARI	KET
TUKANG BESI	8	FABRIKASI	33	%
TUKANG	4	BEKISTING	2	TIM
TUKANG BESI	3	INSTALASI	2	TIM
MANDOR	1	OVERALL	1	ORANG
PRECAST				
TUKANG	3	INSTALASI	2	Tim
MANDOR	1	OVERALL	1	ORANG

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.6 Peluang Resiko

PELUANG RESIKO	PELUANG	IMPACT
RETAK PERMUKAAN	5 KALI TIAP LANTAI	10%
RETAK STRUKTURAL	2 KALI PER TOWER	25%
RESIKO FATAL (TEBANG)	1 KALI PER TOWER	100%
RESIKO REPLACE	1 KALI PER TOWER	100%

Sumber : Olahan Sendiri

4.2.2 Analisa Awal

Dari data yang didapatkan dapat dianalisa mengenai kapasitas produksi yang bisa didapatkan pada penelitian ini dimana didalamnya ada beberapa metode yang perlu untuk dianalisa terlebih dahulu untuk mengetahui metode mana yang akan diadopsi untuk dijadikan benchmark dan dapat dijadikan pembandingan antara metode konvensional dan metode precast, metode-metode yang didapatkan antara lain

4.3 Kapasitas Produksi Metode Kolom

Dalam perencanaan pembesian kolom didapatkan dua metode pelaksanaan, yang pertama pembesian yang dilakukan per lantai dan pembesian yang dilakukan per dua lantai, dalam menentukan metode mana yang lebih baik maka dianalisa terhadap pengaruh terhadap biaya dan pengaruh terhadap waktu. Jika ditinjau dari segi metode pelaksanaan maka perencanaan pembesian dengan dua lantai sekaligus dimaksudkan dengan pembesian satu kolom dilakukan untuk 2 lantai sekaligus, jadi misalkan pembesian kolom A dilakukan untuk kolom A lantai satu dan kolom A lantai dua, sehingga proses perakitan pembesian yang dilakukan hanya perlu dilakukan satu kali setiap dua lantai, sedangkan metode dengan menggunakan pembesian per lantai dapat mempercepat pekerjaan secara satuan kolom namun pada akhirnya tetap harus melakukan pekerjaan yang sama pada lantai berikutnya sehingga didapatkan analisa terhadap biaya sebagai berikut

Perhitungan Index

Index = Tenaga x Tim : Produktifitas Kolom Harian

Tabel 4.7 Analisa Index Metode Pembesian 2 Lantai

PELAKSANAAN TENAGA KERJA		PRODUKSI HARIAN KOLOM		18	KOLOM
TENAGA	JUMLAH	PROSES	PER HARI	KET	INDEX / KOLOM
TUKANG BESI	8	FABRIKASI	33	%	0,146666667
TUKANG	4	BEKISTING	2	TIM	0,444444444
TUKANG BESI	3	INSTALASI	2	TIM	0,166666667
MANDOR	1	OVERALL	1	ORANG	0,055555556

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.8 Analisa Index Metode Pembesian 1 Lantai

PELAKSANAAN TENAGA KERJA		PRODUKSI HARIAN KOLOM		18	KOLOM
TENAGA	JUMLAH	PROSES	PER HARI	KET	INDEX / KOLOM
TUKANG BESI	8	FABRIKASI	33	%	0,146666667
TUKANG	4	BEKISTING	2	TIM	0,444444444
TUKANG BESI	2x2lantai	INSTALASI	2	TIM	0,222222222
MANDOR	1	OVERALL	1	ORANG	0,055555556

Sumber : Olahan Sendiri

Perhitungan Harga Satuan**HS per kolom = Index x Harga****HS per M3 = HS kolom : Volume Kolom**

Tabel 4.9 Analisa Biaya Metode Pembesian 2 Lantai

KEBUTUHAN		Index	SATUAN	HARGA	SATUAN	HS PER M3	IDR	HS PER KOLOM	IDR
TANAGA	TUKANG BESI	0,3133	OH	65.000	RP/HARI	8.980,01	IDR	20.367	IDR

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.10 Analisa Index Metode Pembesian 1 Lantai

KEBUTUHAN		Index	SATUAN	HARGA	SATUAN	HS PER M3	IDR	HS PER KOLOM	IDR
TANAGA	TUKANG BESI	0,3688	OH	65.000	RP/HARI	10.572,61	IDR	23.978	IDR

Sumber : Olahan Sendiri

Dapat dilihat bahwa penggunaan tukang besi pada proses instalasi dilakukan dua kali pada metode pembesian 1 lantai, yang tentu akan berpengaruh pada biaya tenaga kerja walaupun hanya sedikit perbedaannya yang dapat terlihat bahwa jumlah tenaga yang dibutuhkan ternyata sedikit lebih banyak jika pembesian dilakukan per lantai. Sehingga metode yang digunakan dalam penelitian ini disimpulkan dengan metode pembesian per dua lantai yang memiliki efisiensi tertinggi yang akan dibandingkan dengan metode precast kolom

4.3.1 Metode Instalasi Kolom Konvensional

Pada pelaksanaan metode pemasangan struktur kolom yang dilakukan secara konvensional dilakukan pada beberapa tahapan, yaitu proses fabrikasi pembesian, perakitan pembesian, ereksi tulangan, positioning kolom, vertikalisasi, yang kemudian baru dilanjutkan dengan pemasangan bekisting, vertikalisasi bekisting, baru dilanjutkan pada proses pengecoran dan curing, secara garis besar pekerjaan kolom dapat dibagi menjadi

- Proses fabrikasi tulangan
Merupakan proses pemotongan dan penekukan baja menjadi ukuran dan bentuk tertentu yang telah direncanakan didalam bar bending schedule yang nantinya akan menjadi komponen pada struktur tulangan kolom
- Proses perakitan tulangan
Merupakan proses perakitan tulangan secara manual dengan menggunakan material yang telah terfabrikasi untuk dibentuk menjadi tulangan kolom utuh sesuai dengan desain tulangan yang ada
- Proses penempatan tulangan
Merupakan proses menempatkan tulangan kolom yang telah selesai dirakit dengan menggunakan bantuan tower crane untuk ditempatkan pada kolom yang direncanakan, kemudian dilakukan penyambungan dengan mengikatkan tulangan dengan stek dari kolom yang ada dibawahnya, kemudian dilakukan vertikalitas dengan menggunakan unting-unting
- Proses pemasangan bekisting
Merupakan proses penguncian cetakan pada tulangan kolom yang telah terpasang, pemasangan dilakukan dengan menyesuaikan bekisting pada marking yang telah disediakan, kemudian dikunci dengan menggunakan baut dan ditahan oleh bracing manual, dan dilakukan vertikalisasi dengan menggunakan unting-unting dan theodolit
- Proses pengecoran

Proses pengecoran umumnya dilakukan pada malam hari dengan tujuan untuk memaksimalkan pekerjaan pada siang hari yang membutuhkan cahaya yang lebih baik, pengecoran dilakukan perlahan dengan menggunakan bucket yang bertujuan untuk mempermudah proses pengecoran dan menjaga waktu vibrasi yang dibutuhkan

- Proses curing
Kemudian proses perawatan dilakukan secara berkala dengan menggunakan karung basah untuk menjaga suhu pada beton agar tidak terjadi keretakan
- Proses demoulding
Proses pelepasan bekisting dapat dilakukan setelah beton berumur minimal 21 hari setelah dilakukannya proses pengecoran

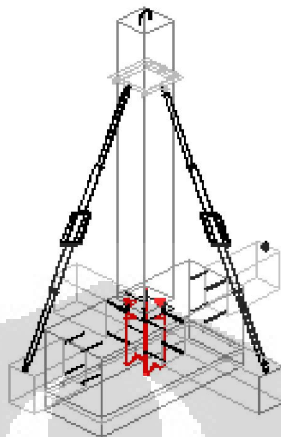
4.3.2 Metode Instalasi Kolom Precast

Pada pelaksanaan metode instalasi kolom dengan menggunakan beton precast terdapat perbedaan yang cukup jelas pada proses pemasangannya, dimana dengan menggunakan precast proses pembuatan fabrikasi hingga perakitan kolom sudah tidak digunakan lagi namun sudah terfokus untuk pada proses instalasinya saja, sebagai urutan pelaksanaan pekerjaan kolom dengan menggunakan beton precast adalah menyimpan batang kolom precast pada stock yard, melakukan positioning pada lokasi instalasi kolom, kemudian ditempatkan support bracing pada empat sisi kolom untuk mengatur vertikalitas dari kolom precast yang telah diletakan, lalu dilakukan pengelasan pada tulangan joint kolom precast dengan tujuan untuk mengunci posisi kolom agar tidak terjadi pergeseran dan kemudian pengecoran pada joint dilakukan bersamaan dengan pengecoran balok untuk menyatukan antar komponen struktur.

Sedangkan urutan instalasi kolom precast dapat diurutkan menjadi tahapan-tahapan sebagai berikut:

- Proses Erection
Yaitu proses pengangkatan kolom dari stock yard ke lokasi pemasangan kolom dengan menggunakan alat bantu tower crane

- **Proses Positioning**
Yaitu proses penempatan kolom precast pada titik yang direncanakan dan ditempatkan pada titik hubung joint yang seharusnya kemudian disangga oleh bracing barulah crane dapat dilepaskan
- **Proses Setting**
Yaitu proses pengaturan vertikalitas daripada kolom precast dengan mengatur bracing yang menahan kolom dan dilakukan pengecekan vertikalitas dengan theodolit dan alat bantu unting-unting
- **Proses Installation**
Yaitu proses penyambungan antar kolom setelah vertikalitas kolom stabil dan dianggap memenuhi syarat. Proses penyambungan kolom-kolom dapat dilakukan dengan beberapa metode bergantung dari jenis joint yang akan digunakan
- **Proses Grouting**
Yaitu proses penyambungan elemen struktur yang dilakukan bersamaan dengan elemen horizontal dengan cara pengecoran, proses ini dilakukan bersamaan dengan elemen horizontal dengan tujuan untuk mencegah terjadinya cold joint yang dapat menjadi titik lemah pada struktur

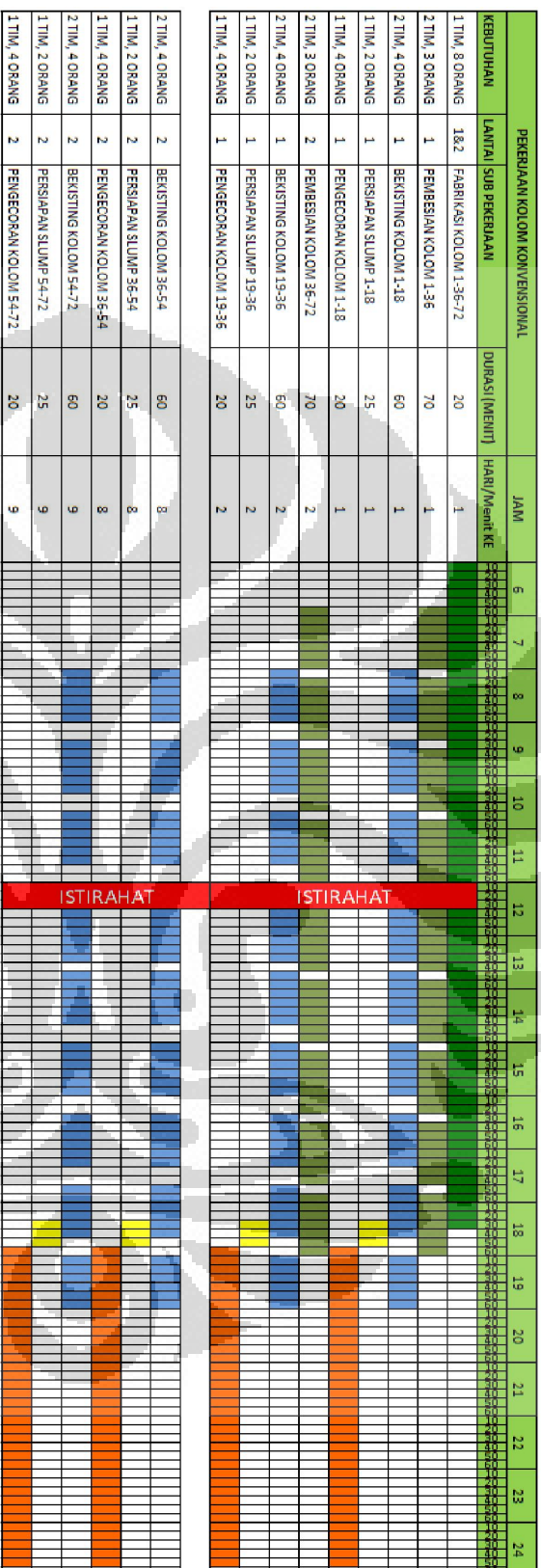


Gambar 4.4 Gambar sketsa Precast Kolom

Sumber : Olahan Sendiri

4.3.3 Komparasi Schedule Pelaksanaan Kolom

Dari data yang telah didapatkan dan dengan berlandaskan daripada metode pelaksanaan yang digunakan maka dapat diperkirakan schedule pelaksanaan pekerjaan kolom struktur pada proyek dengan menggunakan bar chart sederhana untuk membandingkan antara schedule precast dan konvensional sehingga dapat diketahui kapasitas produksi maksimum harian yang dapat dibuat berdasarkan analisa sebagai berikut



Gambar 4.5 Schedule Harian Kolom konvensional

Sumber : Olahan Sendiri

Gambar diatas menunjukkan penerapan sistem fabrikasi yang dilakukan secara menerus pada satu hari untuk menghasilkan seluruh kolom yang dibutuhkan pada tiap zona pelaksanaan, dalam estimasi waktu ini juga dapat dilihat produktifitas yang dihasilkan dalam harian dengan menggunakan metode konvensional. Pengecoran dilakukan saat malam hari yang bertujuan agar siang hari dapat dimaksimalkan untuk pekerjaan yang membutuhkan cahaya matahari untuk mempermudah vertikalitas

PEKERJAAN KOLOM KONVENSIONAL				JAM	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	1	2	3		
KEBUTUHAN	LANTAI	SUB PEKERJAAN	DURASI (MENIT)	HARI/MENIT KE																								
1 T.M, 2 ORANG	1	EREKSI KOLOM 1-36	10	1																								
1 T.M, 3 ORANG	1	POSTIONING KOLOM 1-36	10	1																								
1 T.M, 3 ORANG	1	INSTALASI KOLOM 1-36	10	1																								
1 T.M, 4 ORANG	1	Pengacaran Zona Horizontal	15	1																								
1 T.M, 2 ORANG	2	EREKSI KOLOM 36-72	10	7																								
1 T.M, 3 ORANG	2	INSTALASI KOLOM 36-72	10	7																								
1 T.M, 3 ORANG	2	INSTALASI KOLOM 36-72	10	7																								
1 T.M, 4 ORANG	2	Pengacaran Zona Horizontal	15	7																								

Gambar 4.6 Schedule Harian Kolom Precast

Sumber : Olahan Sendiri

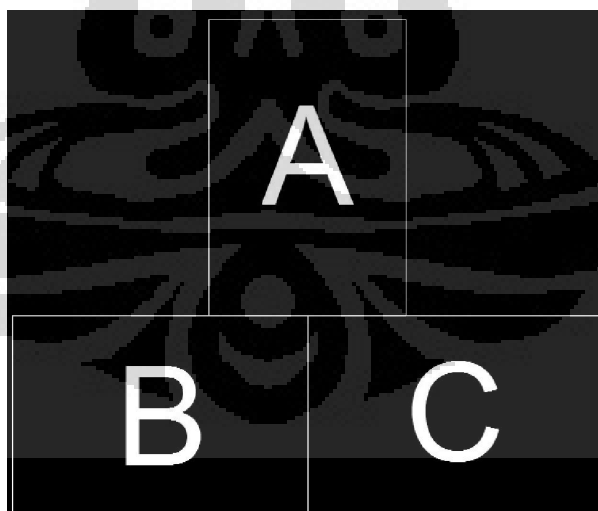
Gambar diatas menunjukkan perubahan siklus produksi yang terjadi dengan menggunakan metode precast pada schedule pekerjaan kolom yang terjadi, dalam gambar diatas juga terlihat dengan jelas perbedaan produktifitas yang sangat signifikan hingga dua kali lipat jika dibandingkan dengan penggunaan metode konvensional dan dapat dilihat perbedaan produktifitas pada diagram berikut

4.3.4 Analisa Terhadap Project Duration

Dari metode kerja yang ada pada proyek konvensional kemudian dianalisa terhadap siklus kenaikan tingkat yang di proyeksikan ke dalam bar chart, dimana elemen yang ditinjau hanyalah elemen struktur saja meliputi pekerjaan kolom balok dan plat, kemudian dari ketiga elemen ini diperhitungkan waktu siklus yang terjadi hingga level up, yang kemudian akan dikomparasi dengan bar chart baru yang merupakan implementasi metode precast kolom, tentunya perbedaan siklus akan terlihat pada bar chart sebagai akibat dari perubahan urutan dan pelaksanaan kerja yang berbeda tadi, barulah dapat dicari berapa waktu efektif untuk level up dengan menggunakan kedua metode tersebut dengan memperhitungkan possible overlap yang bisa digunakan

4.3.5 Analisa three zoning overlap

Pada project yang menjadi benchmark pada penelitian ini yaitu proyek Greenbay Pluit, metode kerja yang mereka gunakan pada tower A adalah metode tiga zona, dimana metode ini membagi tower menjadi tiga zona yang tujuannya untuk meningkatkan efisiensi daripada pelaksanaan konstruksi yang dilakukan



Gambar 4.7 Gambar Metode Konstruksi 3 Zona

Sumber : Olahan Sendiri

Metode tiga zona ini merupakan metode yang dianggap paling efisien jika dibandingkan dengan metode yang umum digunakan, karena metode ini menjadikan setiap kegiatan tidak terjadi saling tunggu menunggu sehingga bisa berjalan beriringan antara proses satu dengan lainnya. Oleh karena itu metode pelaksanaan ini dianalisa terhadap dua metode sehingga menimbulkan perbedaan siklus yang akan mempengaruhi waktu pelaksanaan

4.4 Analisa Durasi metode konvensional

Metode konvensional memiliki beberapa tahapan yang dilakukan secara berulang pada seluruh komponen struktur yang terdapat didalamnya, secara garis besar tahapan pelaksanaan metode tiga zona dengan menggunakan sistem konvensional adalah sebagai berikut

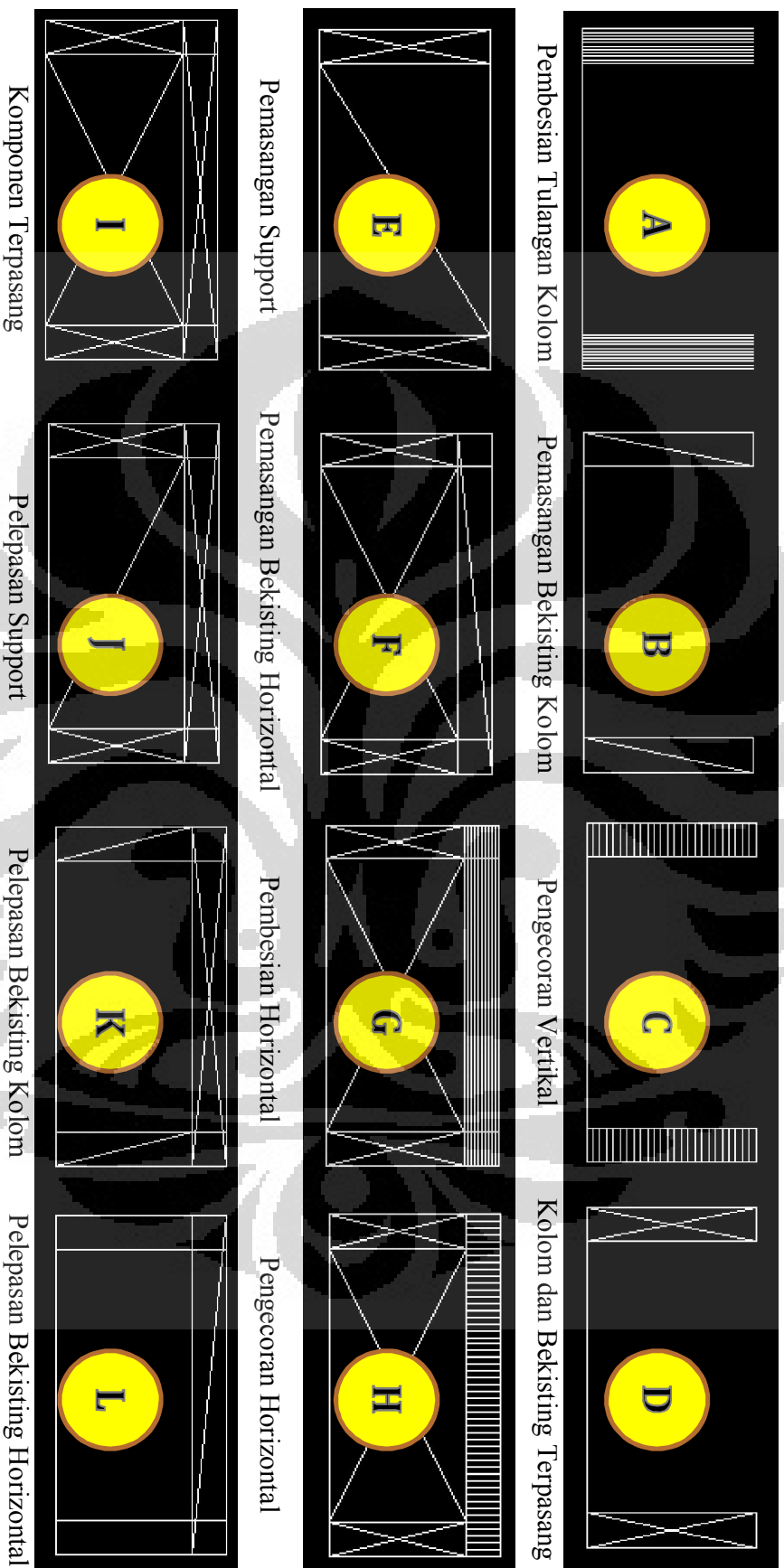
- Proses pembesian kolom
- Proses pemasangan bekisting kolom
- Proses pengecoran kolom
- Proses pemasangan support perancah
- Proses pemasangan bekisting horizontal
- Proses pembesian horizontal
- Proses pengecoran horizontal
- Proses pelepasan perancah
- Proses pelepasan bekisting

4.4.1 Analisa Gambar Progress Konvensional

Untuk mempermudah pemahaman mengenai metode overlap ini maka telah disiapkan simulasi sederhana, dengan menggunakan gambar kode yang dapat memperlihatkan perkembangan overlap progress tiap zona dari hari ke hari, mulai dari pembesian kolom hingga pengecoran pada elemen horizontal, sehingga ditemukan siklus berulang yang akan menjadi landasan dalam menentukan efisiensi waktu yang sebenarnya pada setiap metode yang digunakan kemudian daripadanya akan dapat dijabarkan pula hubungan lintasan kritis dan bar chart keseluruhan elemen struktur yang ditinjau sehingga dapat dilihat perubahan yang

terjadi dengan dilakukannya implementasi pada proyek greenbay pluit ini dengan tetap menggunakan skema tiga zona untuk dijadikan penyetaraan sehingga bisa didapatkan hasil yang lebih relevan dengan penyetaraan yang dilakukan. Berikut adalah detail penggambaran metode yang dilakukan pada proses konvensional lengkap dengan keterangan gambar yang diberikan sebagai berikut:





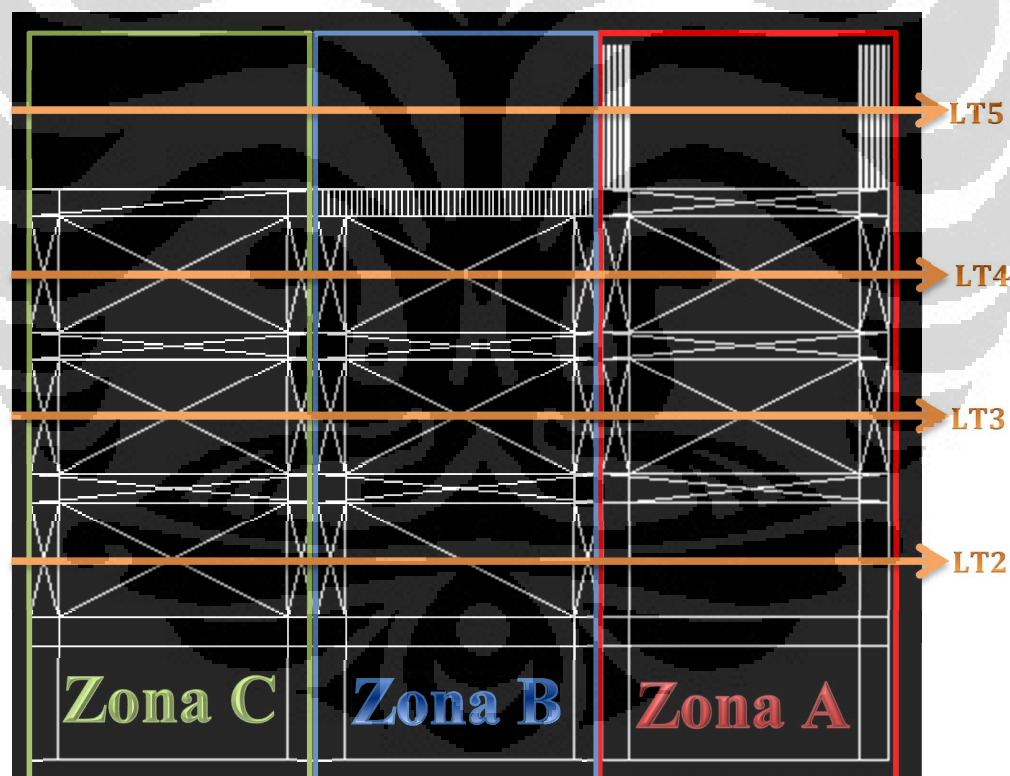
Gambar 4.8 Keterangan Gambar Proses Konvensional



Gambar 4.9 Penjelasan Elemen Struktur

Sumber : Olahan Sendiri

Kemudian dari gambar-gambar diatas disusun suatu skema yang mencerminkan tiga zona yang telah dibahas sebelumnya sehingga menjadi rentetan zona dengan lantai sebagai berikut



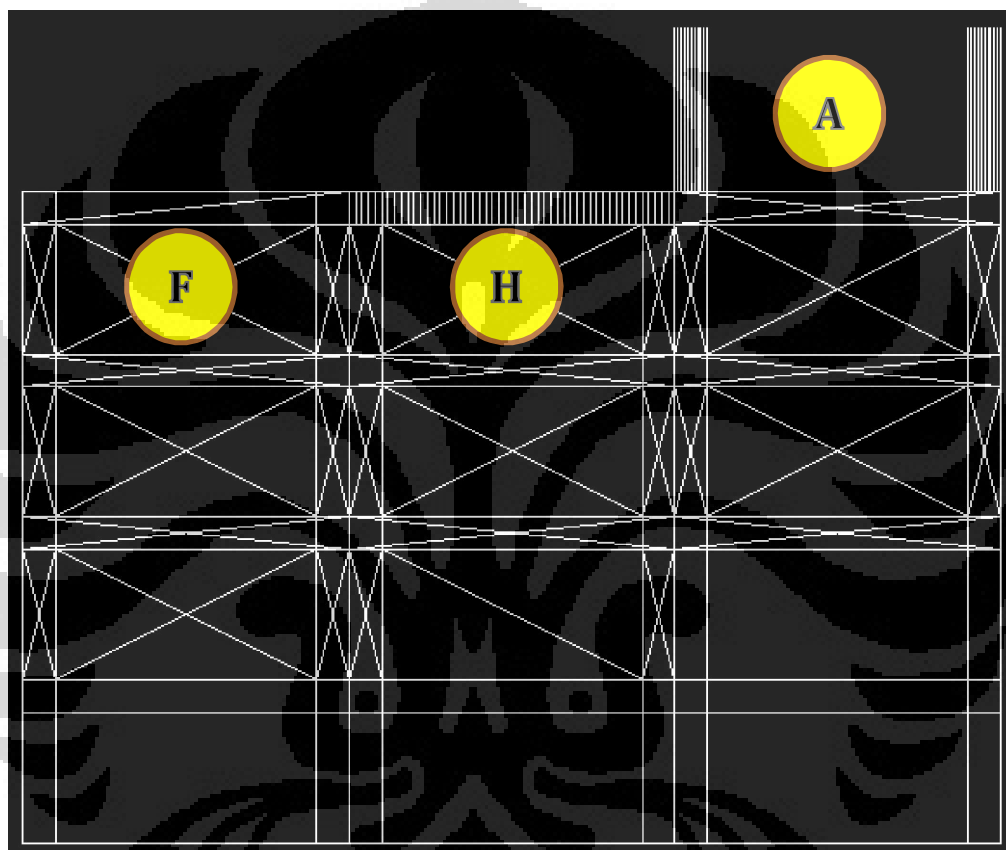
Gambar 4.10 Potongan Pembagian 3 Zona

Sumber : Olahan Sendiri

Kemudian dilakukan simulasi dengan tahapan beberapa lantai dengan tujuan agar pelepasan bekisting dapat terlihat dan lebih mudah untuk dipahami. Penerangan

Universitas Indonesia

akan dilakukan hari demi hari untuk melihat perubahan yang terjadi pada elemen struktur beserta dengan tahapan yang terjadi pada setiap zona sehingga nantinya dapat dibuat bar chart siklus level up untuk dijadikan pembandingan antara metode precast dengan metode konvensional, dari data yang telah didapatkan maka dapat diperkirakan progress harian pada proyek ini dapat digambarkan sebagai berikut:



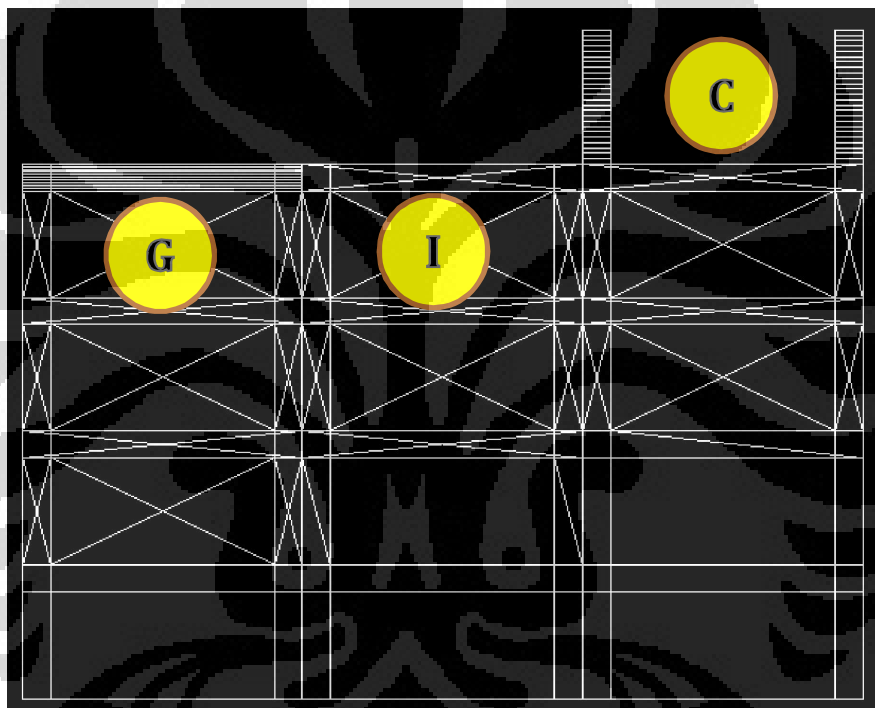
Gambar 4.11 Progress Hari ke 1 Konvensional

Sumber : Olahan Sendiri

Pada hari pertama dapat terlihat zona A mulai melakukan pembesian tulangan kolom dan zona B sedang dalam tahap pengecoran komponen horizontal dan zona C baru mulai memasang bekisting horizontal, dan dapat dilihat bahwa komponen bekisting kolom pada zona A lantai dua telah selesai dilepaskan dan siap dipasangkan pada lantai teratas yang sedang dilakukan pembesian, sedangkan pada zona B terlihat bahwa pelepasan support sudah mulai dilakukan agar perancah support sudah bisa digunakan saat komponen beton lantai yang baru saja

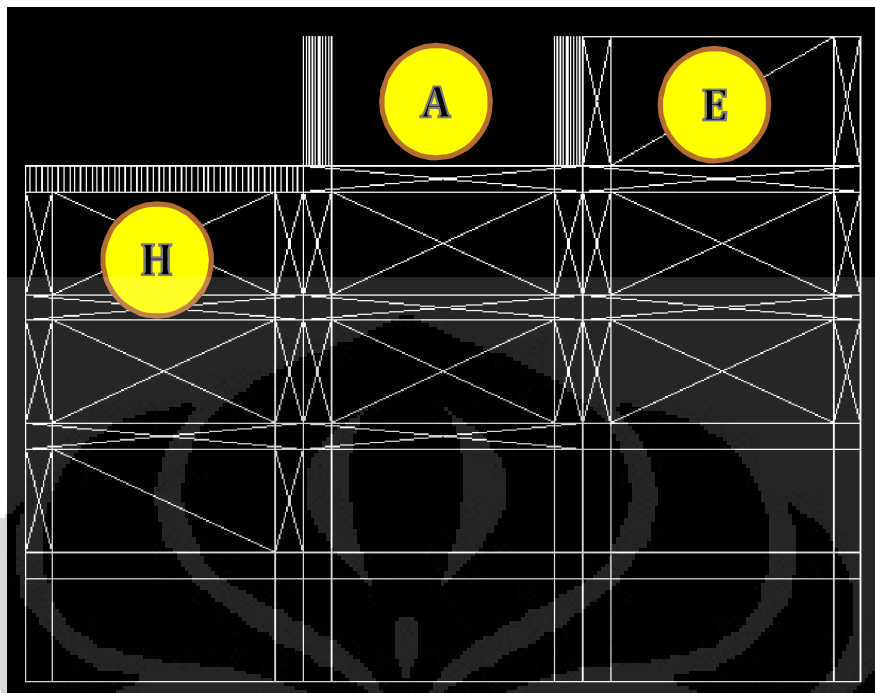
Universitas Indonesia

dicor siap untuk diberikan tumpuan, sedangkan zona C belum terlihat melepaskan komponen bekistingnya, hal ini kemungkinan bertujuan untuk memaksimalkan umur beton yang terdapat didalamnya agar mencapai kekuatan struktural yang diharapkan dan siap untuk dilakukan pelepasan bekisting. Dari layout diatas dapat terlihat bagaimana sistem overlap yang dilakukan dengan menggunakan sistem tiga zona yang dapat mengefisiensikan pekerjaan sehingga tidak ada saling menunggu dalam pelaksanaannya



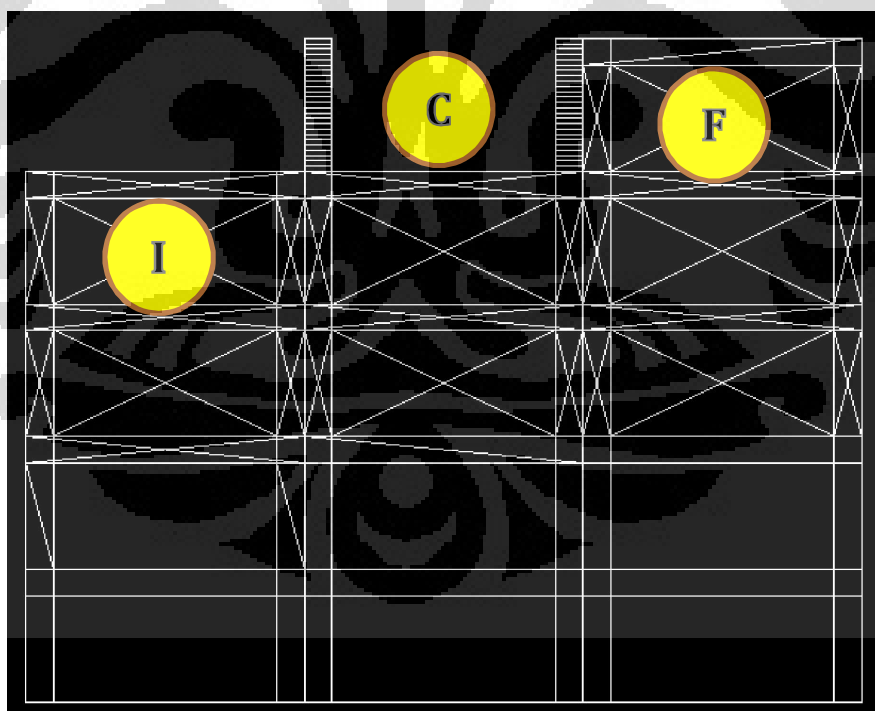
Gambar 4.12 Progress Hari ke 2 Konvensional

Sumber : Olahan Sendiri



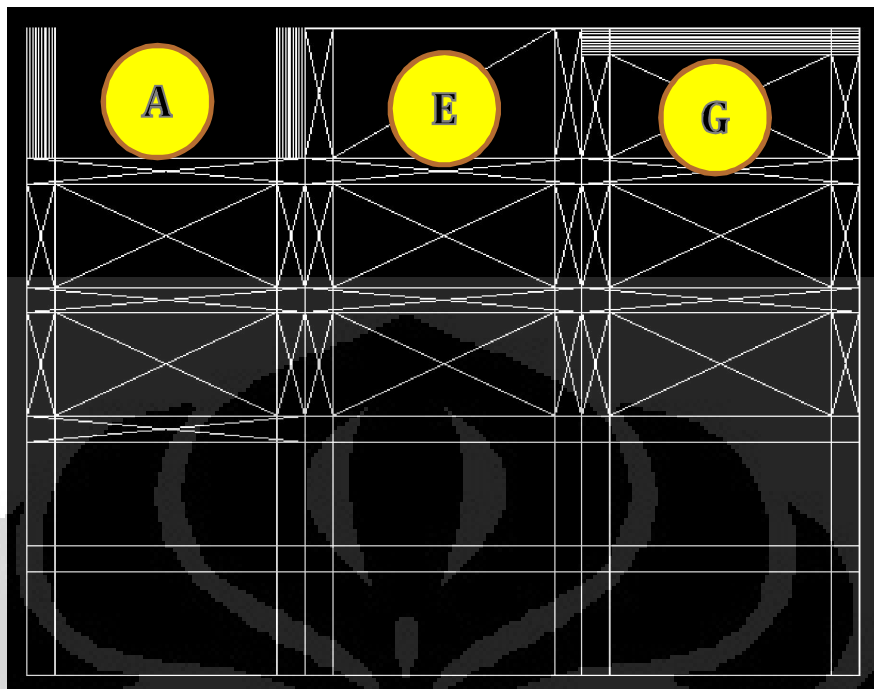
Gambar 4.13 Progress Hari ke 3 Konvensional

Sumber : Olahan Sendiri



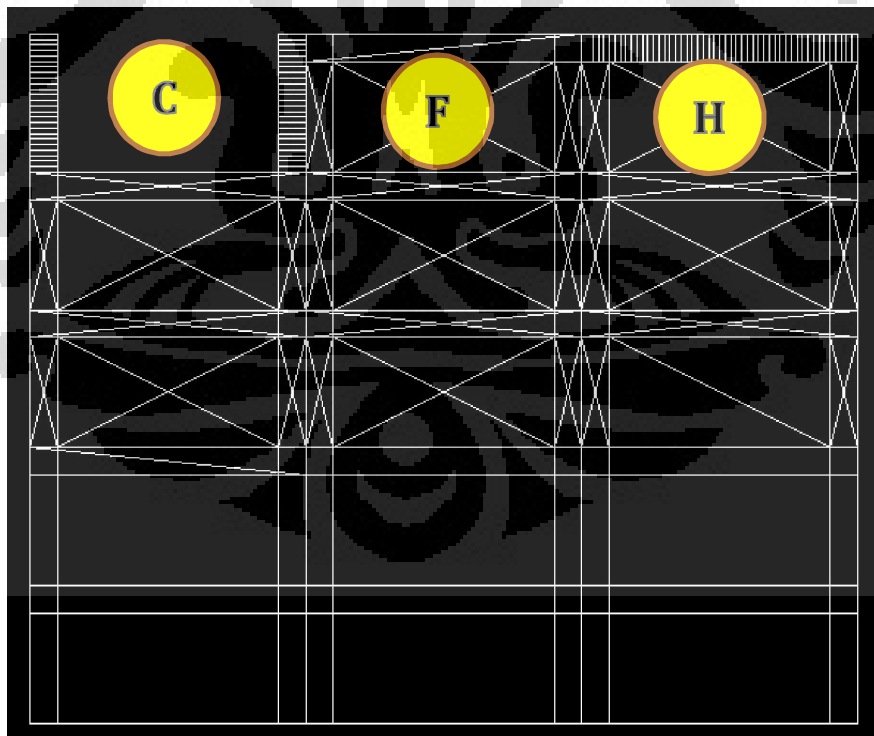
Gambar 4.14 Progress Hari ke 4 Konvensional

Sumber : Olahan Sendiri



Gambar 4.15 Progress Hari ke 5 Konvensional

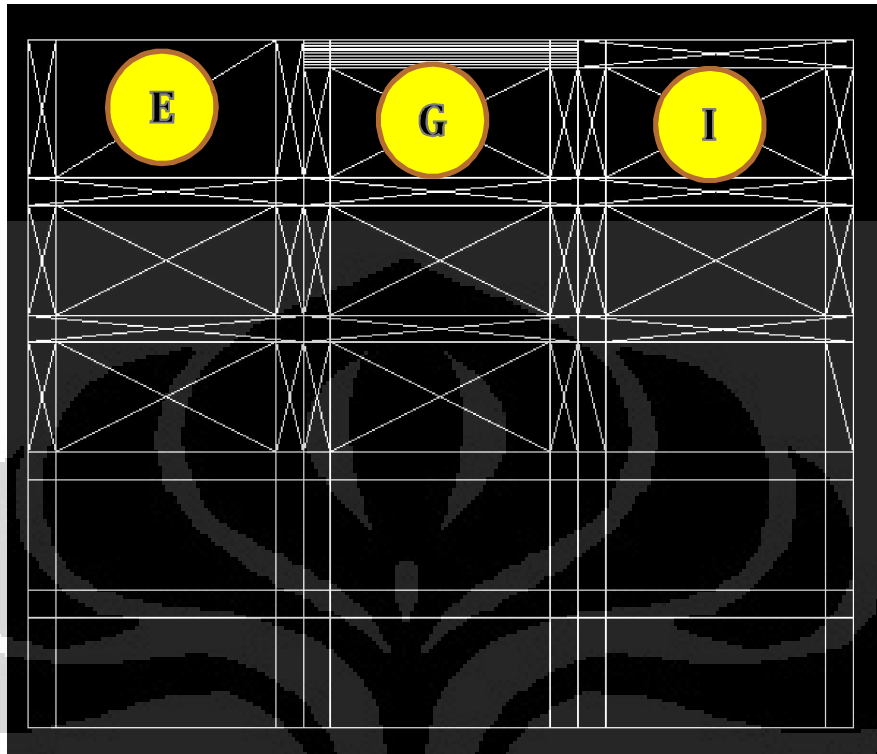
Sumber : Olahan Sendiri



Gambar 4.16 Progress Hari ke 6 Konvensional

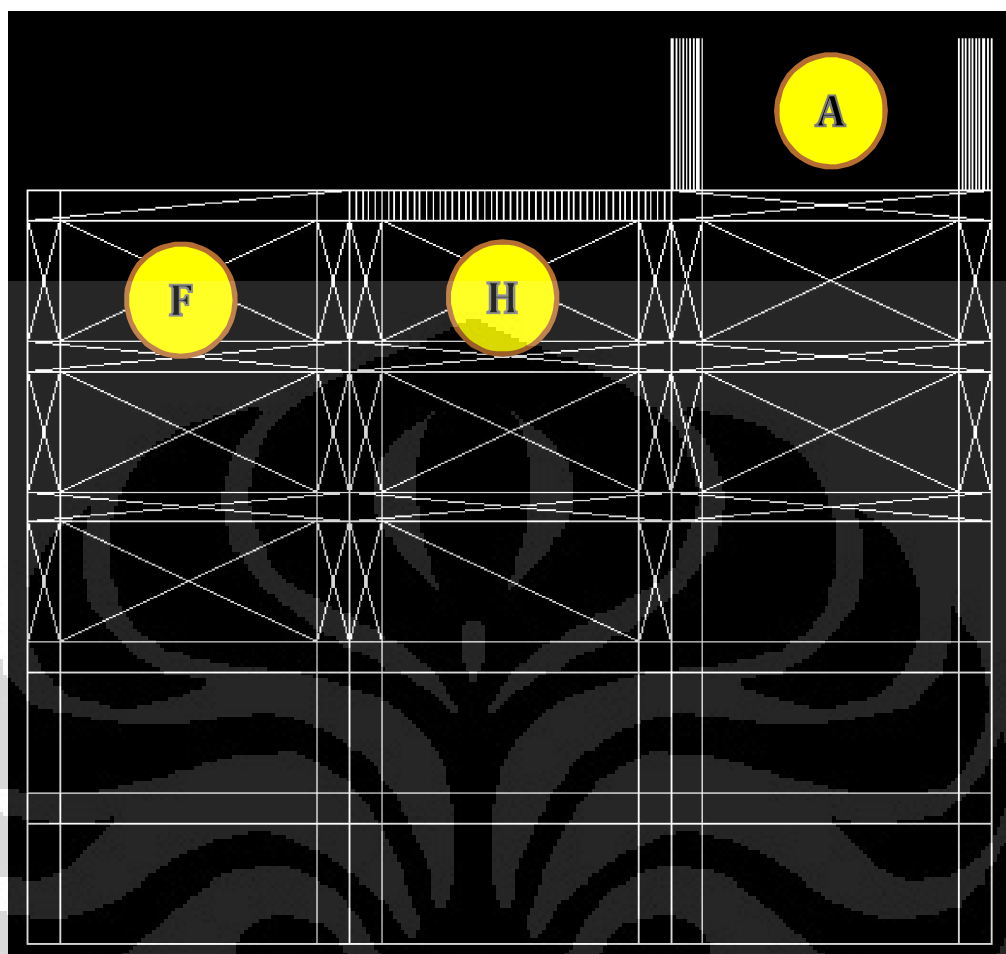
Sumber : Olahan Sendiri

Universitas Indonesia



Gambar 4.17 Progress Hari ke 7 Konvensional

Sumber : Olahan Sendiri



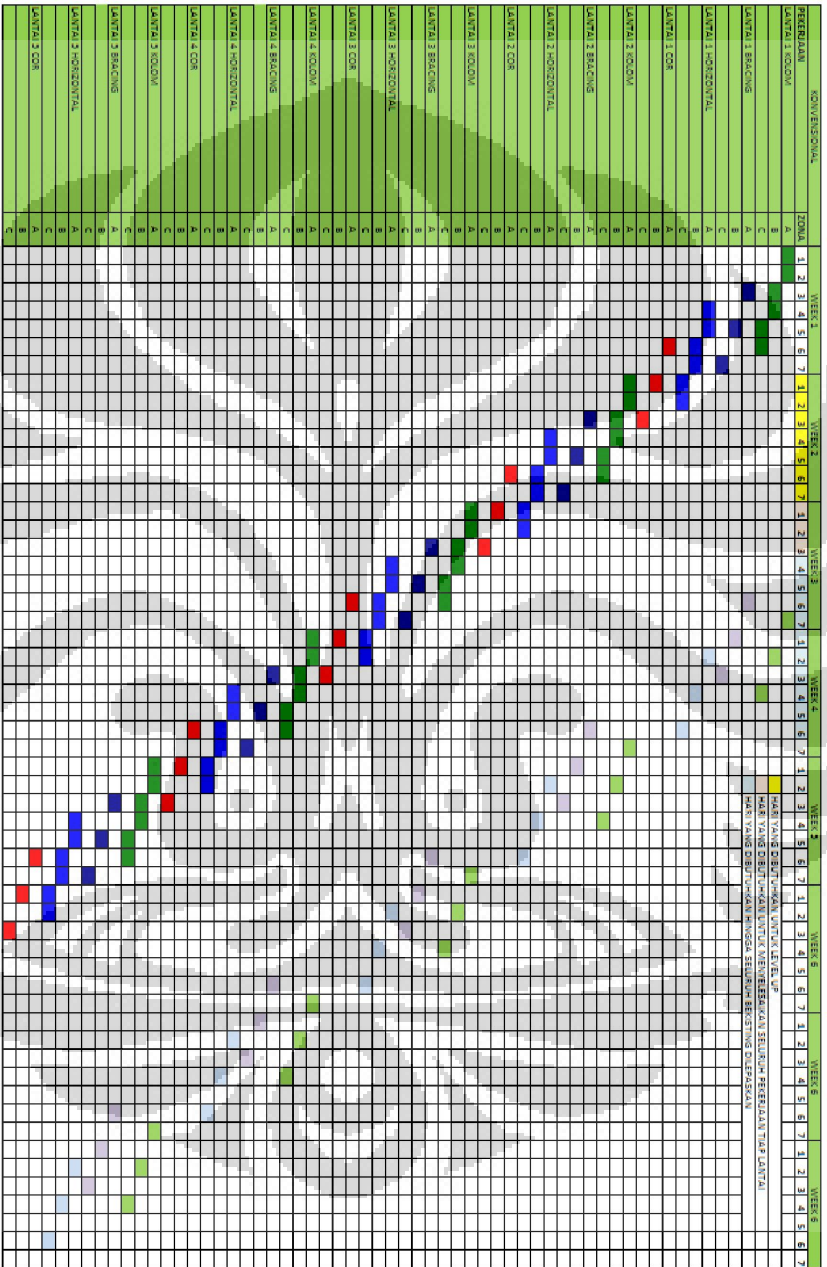
Gambar 4.18 Progress Hari ke 8 Konvensional

Sumber : Olahan Sendiri

4.4.2 Analisa Siklus Bar Chart Struktur Konvensional

Dari gambar terakhir yaitu hari ke 8 dapat terlihat bahwa zona A telah kembali melakukan pembesian kolom untuk lantai berikutnya, dan zona lain juga telah melakukan hal serupa yang juga dilakukan pada hari pertama pada lantai sebelumnya, hal ini telah membuktikan bahwa siklus telah berulang sehingga bisa dijadikan landasan untuk dijadikan nilai produktifitas level up yang terjadi yaitu sebesar 7 hari, kemudian waktu pelepasan bekisting juga mengikuti waktu pemasangannya sehingga siklus yang terjadi juga memiliki waktu yang sama hanya saja dikerjakan pada waktu yang berbeda untuk mendapatkan umur beton yang diharapkan. Waktu pelepasan dan estimasi schedule juga sudah dapat dilakukan dengan adanya simulasi diatas sehingga dapat dibuat bar chart pekerjaan struktur seperti berikut:

Universitas Indonesia



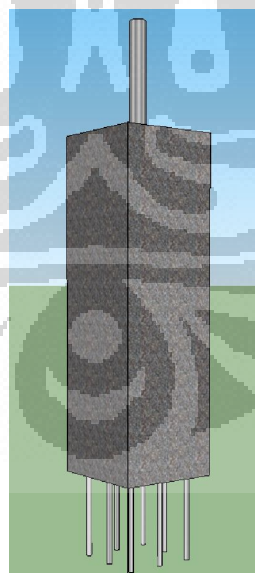
Gambar 4.19 Gambar Bar Chart Metode Konvensional

Sumber : Olahan Sendiri

4.5 Analisa Durasi Metode Kolom Precast

Pada pelaksanaan metode kolom precast terdapat perbedaan yang sangat jelas pada siklus keseluruhan komponen struktur, dimana urutan pekerjaannya tidak lagi sama dengan metode konvensional, apabila pada metode konvensional kolom dipasangkan sebelum mulainya pemasangan elemen horizontal, maka metode pemasangan kolom dengan menggunakan precast justru dilakukan beriringan dengan pelaksanaan elemen horizontal, yaitu pada saat support dan bekisting horizontal telah terpasang. Langkah-langkah yang dilakukan pada metode precast kolom ini secara keseluruhan komponen struktur menjadi

- Pemasangan support
- Pemasangan bekisting horizontal
- Ereksi & Positioning kolom precast
- Instalasi Joint precast
- Pembesian horizontal
- Pengecoran horizontal
- Pelepasan perancah
- Pelepasan bekisting



Gambar 4.20 Kolom Precast

Sumber : Olahan Sendiri

Penentuan penggunaan metode joint pada elemen precast kolom dilakukan dengan membandingkan antara tiga metode pelaksanaan yang ada yang joint ini berfungsi ganda selain menjadi hubungan antara kolom dengan kolom juga berkaitan dengan stabilitas kolom pada saat bracing dilepaskan untuk kemudian dilakukannya pembesian pada elemen horizontal. Penentuan ini dilakukan pada tiga metode sambungan berikut:

4.5.1 Analisa Metode Joint Kolom Precast



Gambar 4.21 Metode Joint (Weld, Bolt, Hole)

Sumber : Olahan Sendiri

1. Metode Weld Joint

Perpanjangan baja yang terdapat pada kolom precast akan memiliki kaki-kaki yang didesain rata untuk dilakukan pengelasan pada kaki tersebut pada elemen kolom yang ada dibawahnya, pada metode ini kolom bagian atas akan dilengkapi dengan plat besi yang ditujukan sebagai komponen untuk dilakukan pengelasan pada kaki kolom diatasnya, metode ini cenderung dapat dikerjakan

dengan cepat dan memiliki resiko rendah namun membutuhkan elemen biaya tambahan yaitu peralatan las

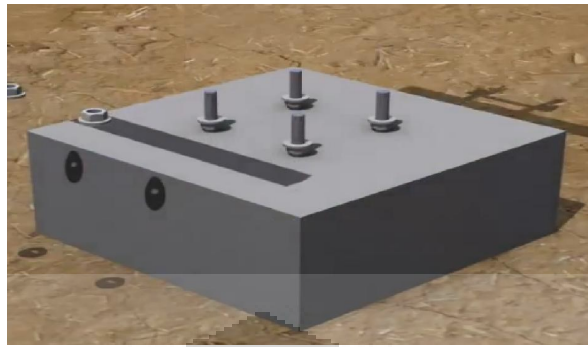
2. Metode Bolt Joint

Perpanjangan baja yang terdapat pada kolom precast akan memiliki attachment berupa plat baja yang dapat dibaut dengan menggunakan high strength bolt yang merupakan penghubung antara kolom satu dengan kolom lainnya, pada metode ini kolom yang ada dibawahnya akan dilengkapi dengan lubang yang ditujukan sebagai tempat baut yang akan dipasangkan, metode ini dapat dikerjakan dengan alat biasa yang cenderung lebih murah dan juga memiliki resiko yang rendah, namun metode ini cenderung lebih sulit dilakukan sehingga memakan sedikit lebih banyak waktu pada tahap instalasinya

3. Metode Hole Joint

Perpanjangan baja yang terdapat pada kolom precast tidak diberikan attachment, namun dibuat untuk langsung dapat menembus kolom yang ada dibawahnya, sehingga kolom yang berada dibawah akan memiliki lubang dengan ukuran yang pas terhadap ukuran baja, sehingga dapat langsung terpasang tanpa menggunakan alat bantu apapun, dengan metode seperti ini baik biaya maupun waktu pemasangan cenderung lebih cepat, namun resiko yang mungkin terjadi terhadap ketepatan dan stabilitas vertikalitas dari kolom dapat membahayakan karena tidak adanya sistem penguncian yang kuat.

Maka dengan melihat dari ketiga metode tersebut beserta kelebihan dan kekurangannya maka sebaiknya menggunakan metode bolt joint dengan alasan bahwa metode ini hanya sedikit mempengaruhi waktu yang sebetulnya bisa diatasi dengan ditetapkannya perencanaan overlap, dan lebih murah jika ditinjau dari sisi biaya dibandingkan dengan metode pengelasan dan cukup aman jika dibandingkan dengan metode hole yang tidak menggunakan sistem penguncian yang jika terjadi kemiringan malah dapat sangat merugikan.

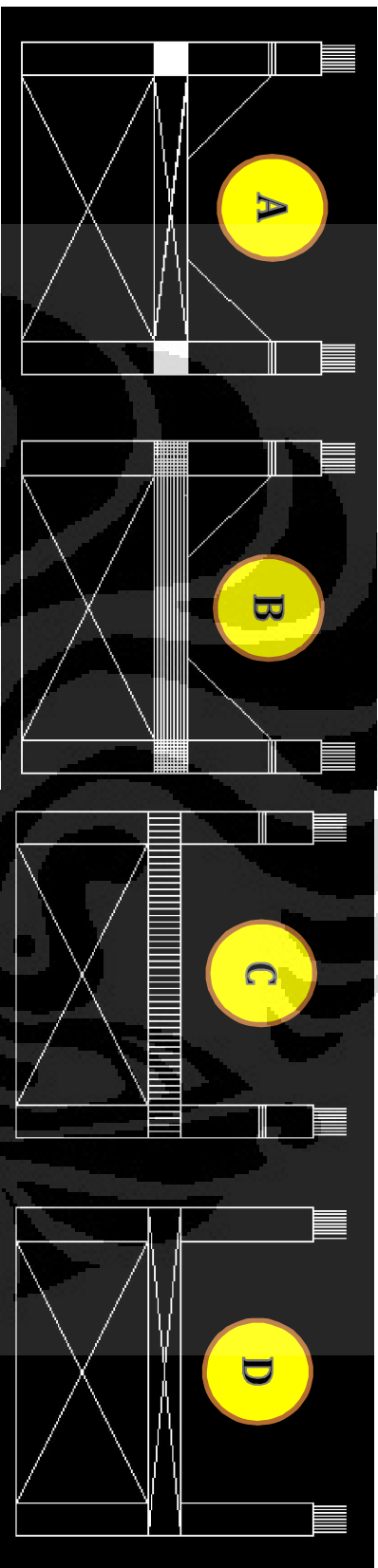


Gambar 4.22 Desain Sambungan

Sumber : Olahan Sendiri

4.5.2 Analisa Gambar Progress Precast Kolom

Kemudian barulah dapat kita simulasikan progress pelaksanaan harian seperti yang telah dilakukan pada metode konvensional, dengan dibantu gambar ilustrasi untuk mempermudah melihat progress yang terjadi sehingga siklus level up lebih terlihat dan dapat dibuat perkiraan bar chart terhadap metode konstruksi secara keseluruhan setelah diimplementasikan metode precast kolom didalamnya. Pertama untuk mempermudah membaca gambar ilustrasi berikut adalah keterangan terhadap gambar ilustrasi

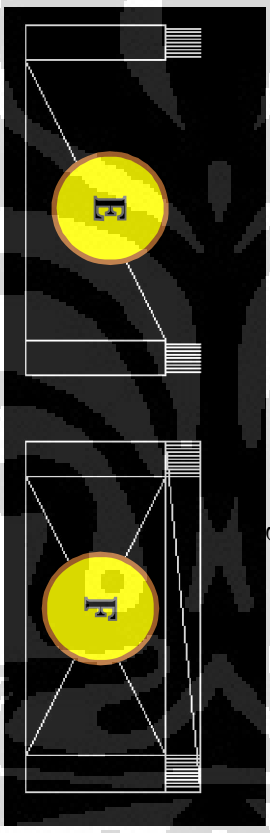


Pemasangan Precast

Pembesian Horizontal

Pengecoran Struktur

Waktu Tunggu Beton

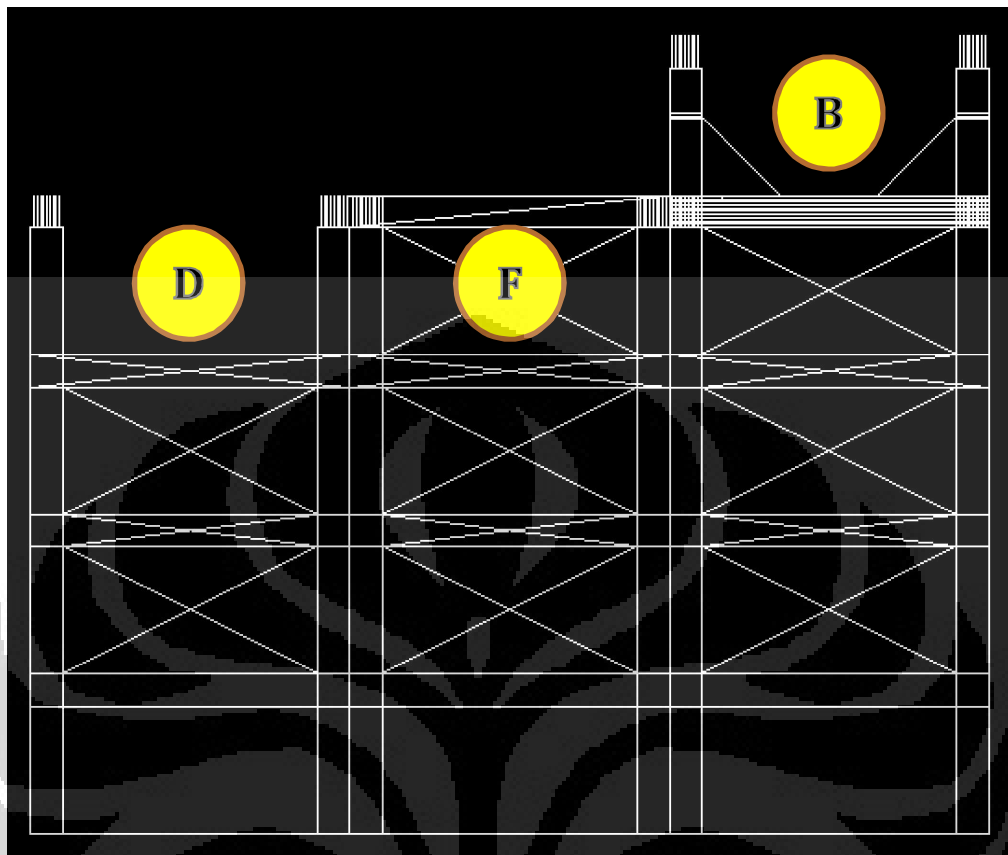


Pemasangan Support

Pemasangan Bekisting

Gambar 4.23 Keterangan Gambar Proses Precast Kolom

Sumber : Olahan Sendiri

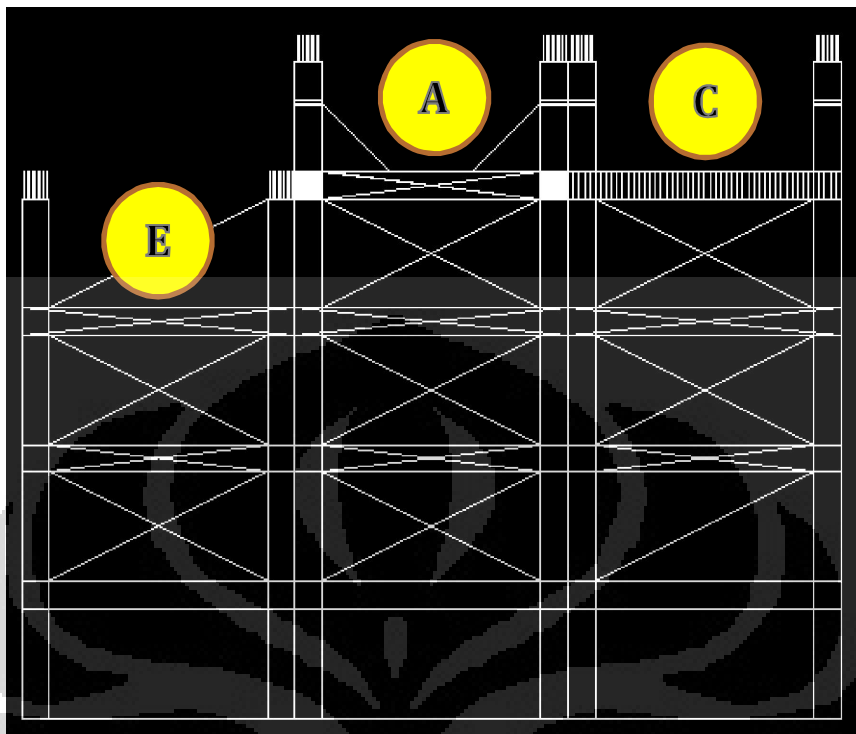


Gambar 4.24 Proses metode precast hari ke 1 Precast kolom

Sumber : Olahan Sendiri

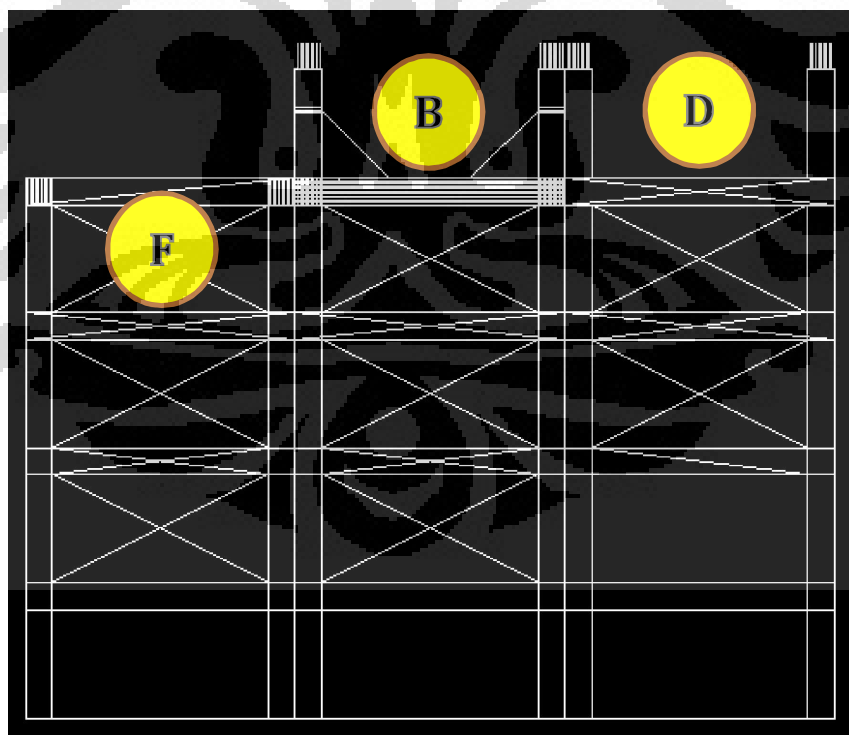
Pada gambar diatas dapat terlihat pekerjaan yang terjadi pada setiap zona pada hari pertama peninjauan, pada tahap ini zona A telah memulai pada proses pembesian elemen horizontal, sedangkan zona B baru mulai memasang bekisting horizontal, dan zona C baru saja selesai melakukan pengecoran pada lantai dibawahnya, dan dapat dilihat pula bahwa belum terdapat pelepasan bekisting pada ketiga zona pada lantai dua gedung ini, namun dapat diperkirakan bahwa jumlah support dan bekisting maksimal yang digunakan hanyalah 3 lapis lantai, juga dapat terlihat komponen lain yang terdapat pada elemen kolom yaitu ada belt kolom yang berfungsi sebagai pegangan terhadap kolom saat dilakukannya proses vertikalisasi, serta terdapat batang support yang menyangga pada komponen bekisting horizontal selama kolom masih pada tahap instalasi, yang kemudian bracing akan dilepas saat pembesian memasuki tahap tulangan plat setelah komponen vertikal terkunci

Universitas Indonesia



Gambar 4.25 Progress hari ke 2 Precast kolom

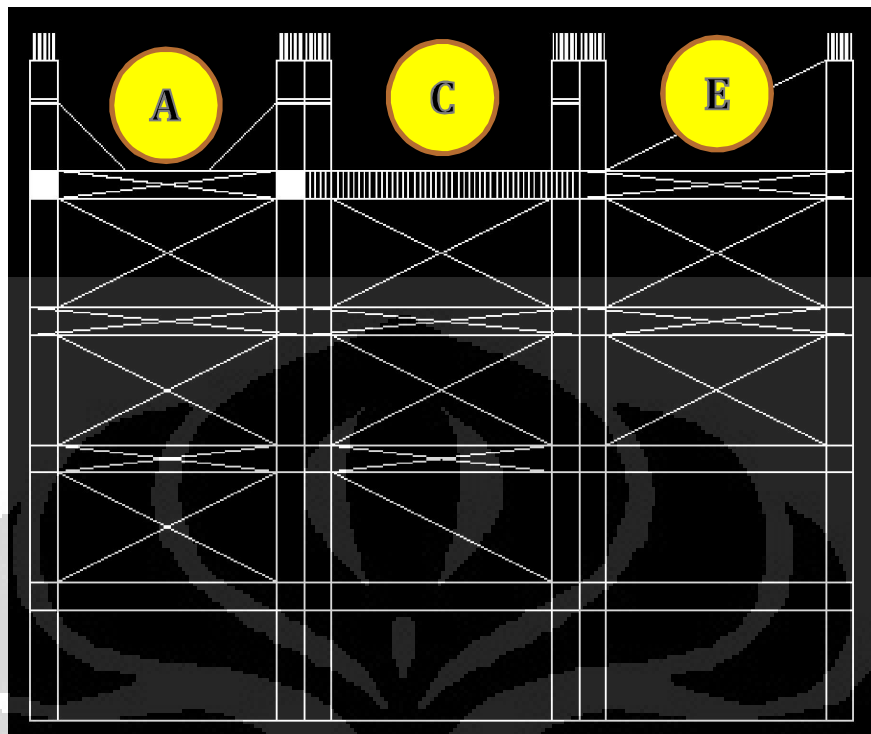
Sumber : Olahan Sendiri



Gambar 4.26 Progress Hari ke 3 Precast kolom

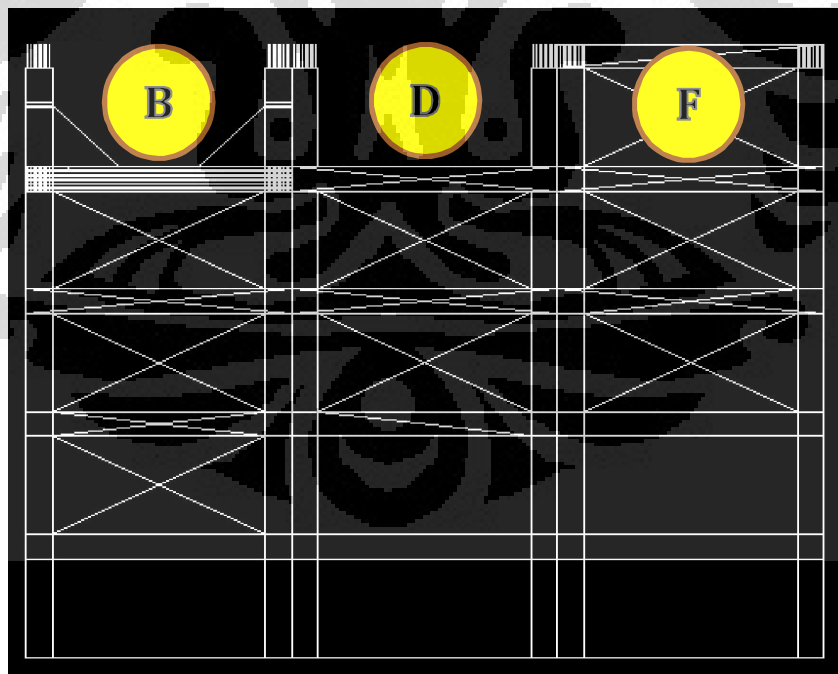
Sumber : Olahan Sendiri

Universitas Indonesia



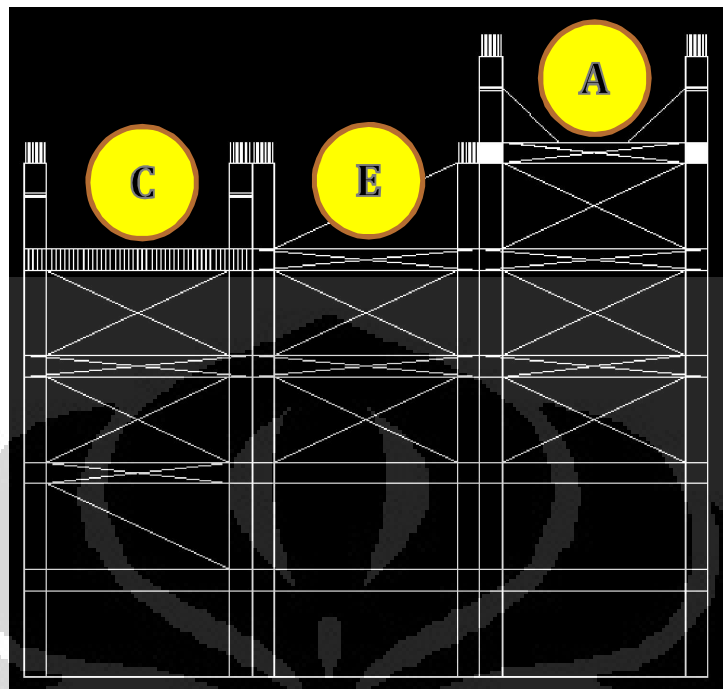
Gambar 4.27 Progress hari ke 4 Precast kolom

Sumber : Olahan Sendiri



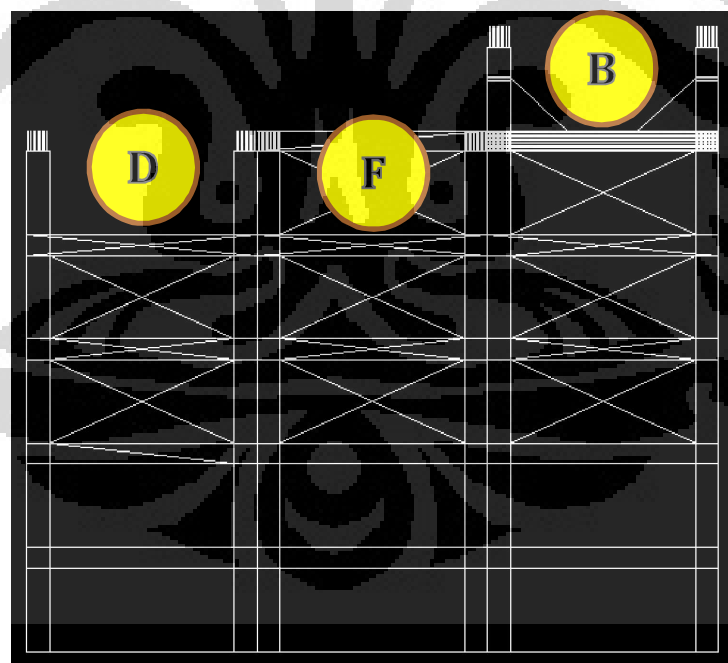
Gambar 4.28 Progress hari ke 5 Precast kolom

Sumber : Olahan Sendiri



Gambar 4.29 progress hari ke 6 Precast kolom

Sumber : Olahan Sendiri

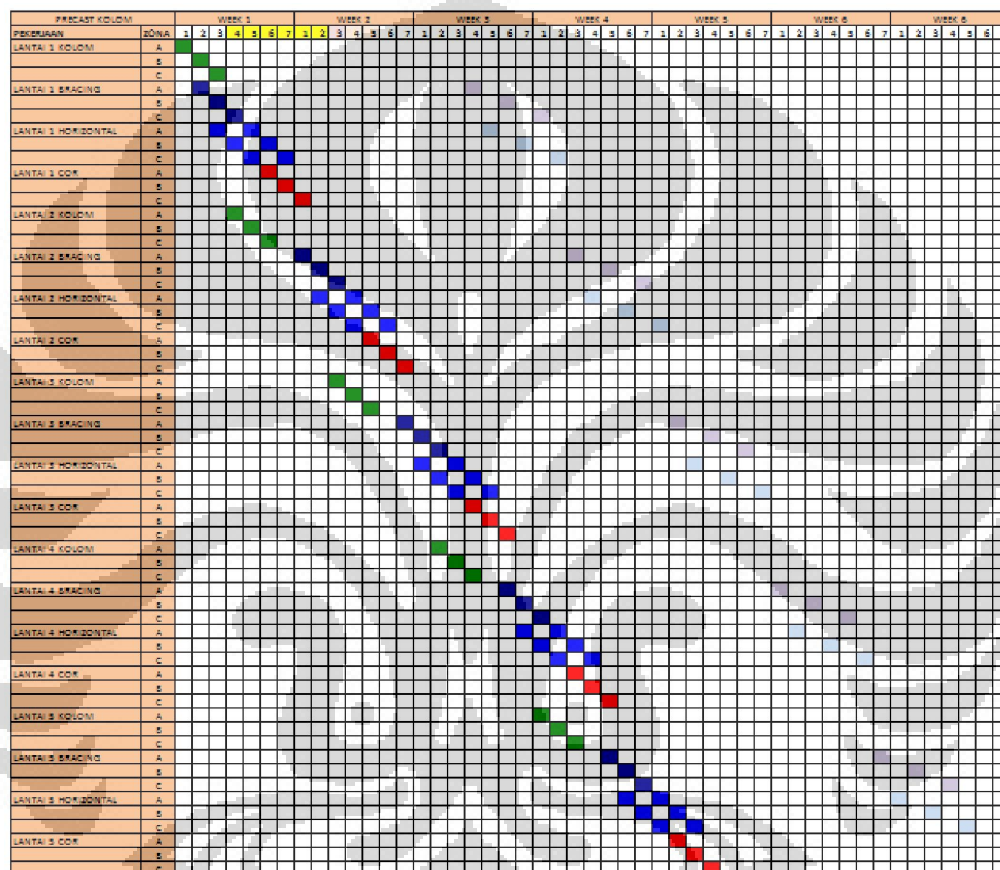


Gambar 4.30 Progress Hari ke 7 Precast kolom

Sumber : Olahan Sendiri

4.5.3 Analisa Bar Chart Metode Precast Kolom

Dari progress yang ditunjukkan dari simulasi diatas dapat terlihat siklus dari setiap kegiatan dari setiap zona, sehingga dapat diplot ke dalam bar chart yang lebih sederhana untuk mengetahui waktu siklus level up dan membandingkannya dengan siklus konvensional. Berikut adalah hasil plotting dari simulasi diatas



Gambar 4.31 bar chart struktur dengan metode precast kolom

Sumber : Olahan Sendiri

Dari bar chart diatas dapat terlihat adanya pengurangan waktu yang terjadi dan perubahan terhadap siklus yang jelas terlihat, dengan waktu siklus berulang selama 6 hari untuk hingga terjadinya level up.

4.6 Analisa terhadap project cost

Untuk mengetahui seberapa besar impact yang terjadi sebagai akibat dari implementasi metode precast kolom kepada biaya pelaksanaan proyek maka perlu untuk dilakukan peninjauan terhadap beberapa hal meliputi spesifikasi teknis

Universitas Indonesia

daripada kolom dan project itu sendiri, kemudian memperhitungkan harga satuan yang didapatkan dari metode apa yang digunakan sehingga dapat terlihat komponen biaya apa saja yang terlibat didalamnya dan menimbulkan cost. Untuk itu perhitungan biaya ini dilakukan dengan berdasarkan pada data-data dari proyek yang telah diobservasi secara langsung dan hasil survey harga standard bahan baku dan peralatan konstruksi, berikut adalah analisa yang telah dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari penggunaan metode precast kolom terhadap biaya proyek.

4.6.1 Spesifikasi

Dalam mengestimasi harga satuan yang akan dijadikan standard dalam perhitungan maka analisa terhadap kolom dilakukan pada kolom dengan jumlah tipikal terbesar sebagai benchmark untuk dianalisa, dan digunakan sebagai penyetaraan terhadap kolom lainnya, berikut adalah spesifikasi teknis mengenai kolom yang dianalisa

Spec Kolom

Tinggi	= 2800mm
Panjang	= 900mm
Lebar	= 900mm
Tulangan	= 240 Kg
Berat Jenis	= 2400 Kg/M ³

Spec proyek

Nilai	= 125.000.000.000 IDR
Lantai	= 31 Tingkat
Kolom	= 105 Unit/Lantai

Analisa Dasar

Volume Kolom	= $2.8 \times 0.9 \times 0.9 = 2.268 \text{ M}^3$
Luas Permukaan	= $2.8 \times 0.9 \times 4 = 10.08 \text{ M}^2$
Total Kolom	= $31 \times 105 = 3255 \text{ Unit Kolom}$
Berat Kolom	= $2.268 \times 2400 = 5443 \text{ Kg} = 5,443 \text{ Ton/Unit}$

4.6.2 Analisa Harga Satuan

Analisa dilakukan terhadap kebutuhan tenaga dan alat terhadap satuan unit kolom baik pada metode precast dan metode konvensional, berikut adalah perhitungannya

Tabel 4.11 Analisa Sumberdaya Manusia

KONVENSIONAL		PRODUKSI HARIAN KOLOM		18	KOLOM
TENAGA	JUMLAH	PROSES	PER HARI	KET	INDEX / KOLOM
TUKANG BESI	8	FABRIKASI	33	%	0,146666667
TUKANG	4	BEKISTING	2	TIM	0,444444444
TUKANG	4	PENGEORAN	1	TIM	0,222222222
TUKANG BESI	3	INSTALASI	2	TIM	0,166666667
MANDOR	1	OVERALL	1	ORANG	0,055555556
PRECAST		PRODUKSI HARIAN KOLOM		36	KOLOM
TUKANG	6	INSTALASI	100	%	0,166666667
MANDOR	1	OVERALL	1	ORANG	0,00462963

Sumber : Olahan Sendiri

Pada perhitungan diatas diperhitungkan bahwa kebutuhan tukang besi pada proses fabrikasi hanyalah sepertiga dari seluruh bobot pekerjaannya, hal ini disebabkan karena proses fabrikasi tidak hanya melayani kolom saja, namun juga fabrikasi slab dan balok, sehingga diestimasi sekitar 33% dari total tenaga yang dialokasikan untuk kebutuhan kolom, nilai indeks didapatkan dari perkalian antara jumlah tim dengan tenaga kerja dibagi dengan produktifitas kolom harian, kemudian untuk analisa terhadap pemakaian tower crane terhadap kebutuhan kolom adalah sebagai berikut

Tabel 4.12 Analisa biaya bekisting

KEBUTUHAN	BAHAN	INDEX	SATUAN	HARGA	HARGA SATUAN
BEKISTING PER M2	KAYU KELAS III	0,04	M3	2.700.000	108.000
	KAYU KELAS II	0,015	M3	3.800.000	57.000
	PAKU 5-12	0,4	KG	12.000	4.800
	MINYAK BEKISTING	0,2	L	34.000	6.800
	DOLKEN 4 M	2	BTG	17.850	35.700
TOTAL					212.300
HARGA DENGAN MAKSIMUM PEMAKAIAN				7	30.328,57

Sumber : Olahan Sendiri

Universitas Indonesia

Pada perhitungan diatas diperhitungkan jumlah harga kebutuhan bekisting setiap M2 yang dibutuhkan untuk menjadi cetakan pada kolom, index yang didapatkan mengacu pada SNI 2008, sedangkan harga satuan yang digunakan merupakan data daripada list harga material yang telah didapatkan, dan maksimum pemakaian merupakan hasil interview pada para pelaksana dilapangan sehingga didapatkan harga satuan bekisting kolom yang digunakan. Kemudian perhitungan analisa terhadap pengaruh resiko adalah sebagai berikut

Tabel 4.13 Analisa Resiko

PELUANG RESIKO	PELUANG	KEJADIAN	IMPACT	KET
RETAK PERMUKAAN	5 KALI TIAP LANTAI	0,04761905	10%	READYMIX
RETAK STRUKTURAL	2 KALI PER TOWER	0,00061444	25%	STRUKTUR
RESIKO FATAL (TEBANG)	1 KALI PER TOWER	0,00030722	100%	STRUKTUR
RESIKO REPLACE	1 KALI PER TOWER	0,00030722	100%	STRUKTUR

Sumber : Olahan Sendiri

Pada perhitungan diatas diperhitungkan seberapa banyak kemungkinan terjadinya resiko yang memungkinkan terjadi yang berakibat langsung pada cost struktur, dimana peluang dan impact yang didapatkan adalah hasil dari wawancara yang dilakukan kepada para pakar dan pelaksana konstruksi, peluang kejadian didasarkan pada proyek greenbay dengan jumlah lantai 31 dan 105 kolom tiap lantainya untuk menentukan point kejadian.

Pada metode precast juga telah diperhitungkan bahwa metode ini memiliki tambahan biaya yaitu inisial cost sebesar 50.000.000 IDR yang digunakan untuk persiapan dalam proses produksi precast yang akan berpengaruh pada kenaikan harga satuan apabila dipesan dalam jumlah yang minim

Perhitungan crane dilakukan secara terpisah mengingat perubahan crane pada kedua metode akan mempengaruhi project secara keseluruhan oleh karena itu penggunaan tower crane diperhitungkan secara terpisah dimana

Konvensional : Crane 3T, Harga 27.000.000 IDR/Bulan

Precast : Crane 6T, Harga 54.000.000 IDR/Bulan

Sehingga perhitungan dilakukan terhadap total durasi pada project, serta pada penggunaan precast diasumsikan menggunakan dua jenis crane untuk mengoptimisasi metode tersebut sehingga kedua crane dijumlahkan pada metode precast, Kemudian perhitungan nilai total harga satuan didapatkan sebagai berikut



Tabel 4.14 Analisa Harga Satuan Konvensional

HARGA SATUAN KONVENSIONAL		4.110.031	IDR/KOLOM	HARGA	SATUAN	HS PER M3	IDR	HS PER KOLOM	IDR
BAHAN	KEBUTUHAN	VOLUME	SATUAN						
	BESI BETON ULIR	240	KG	8.900	RP/KG	941.798,94	IDR	2.136.000	IDR
	BETON READYMIX K-350	2,268	M3	649.000	RP/M3	649.000,00	IDR	1.471.932	IDR
	BEKISTING PERRI	10,08	M2	30.329	RP/M2	134.793,65	IDR	305.712	IDR
TANAGA	TUKANG	0,44	OH	55.000	RP/HARI	10.777,97	IDR	24.444	IDR
	TUKANG BESI	0,313333333	OH	65.000	RP/HARI	8.980,01	IDR	20.367	IDR
	MANDOR	0,06	OH	90.000	RP/HARI	2.204,59	IDR	5.000	IDR
	WASTE BESI	3%	PERSEN	2.136.000	RP	28.253,97	IDR	64.080	IDR
RESIKO	WASTE BETON	5%	PERSEN	1.471.932	RP	32.450,00	IDR	73.597	IDR
	RESIKO TEBANG	0,0307222%	PERSEN	4.101.132	RP/KEJADIAN	555,53	IDR	1.260	IDR
	RESIKO CRACK	0,0614444%	PERSEN	1.025.283	RP/KEJADIAN	277,77	IDR	630	IDR
	RESIKO REPAIR	4,761905%	PERSEN	147.193	RP/KEJADIAN	3.090,48	IDR	7.009	IDR

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.15 Analisa Harga Satuan Precast

HARGA SATUAN PRECAST		4.221.036	IDR/KOLOM	HARGA	SATUAN	HS PER M3	IDR	HS PER KOLOM	IDR
BAHAN	KEBUTUHAN	VOLUME	SATUAN						
	KOLOM PRECAST	2,268	M3	1.856.330	RP/M3	1.856.330,00	IDR	4.210.156	IDR
TANAGA	TUKANG	0,1667	OH	55.000	RP/HARI	4.041,74	IDR	9.167	IDR
	MANDOR	0,0046	OH	90.000	RP/HARI	183,72	IDR	417	IDR
RESIKO	RESIKO REPLACE	0,0307%	PERSEN	4.219.740	RP/KEJADIAN	571,60	IDR	1.296,39	IDR

Sumber : Olahan Sendiri

4.6.3 Analisa Keseluruhan

Setelah perhitungan harga satuan didapatkan maka dapat dianalisa pengaruh dari pengurangan hari dan perubahan terhadap total biaya proyek dengan adanya implementasi penggunaan precast pada komponen kolom, dengan analisa perbandingan yang dilakukan dan menggunakan proyek-proyek yang ada untuk dijadikan benchmark pada estimasi yang dilakukan untuk pengecekan terhadap hasil akhir yang didapatkan.

Perhitungan dilakukan dengan membandingkan dengan biaya yang ada pada proyek greenbay sebagai berikut

Nilai Proyek	: 125.000.000.000 IDR
Komponen struktur	: 29.4%
Jumlah lantai	: 31 Lantai
Harga satuan konvensional	: 4.110.031 IDR / Kolom
Harga satuan precast	: 4.221.036 IDR / Kolom
Budget Kolom Konvensional	: 13.378.150.363 IDR
Budget Kolom Precast	: 13.789.472.702 IDR
Estimasi overhead	: 5% nilai proyek
Estimasi Nilai overhead	: 6.250.000.000 IDR
Estimasi waktu konvensional	: 217 Hari
Estimasi waktu precast	: 186 Hari
Selisih nilai kolom	: - 411.322.339 IDR (konvensional)
Selisih nilai overhead	: 892.857.143 IDR (precast)
Selisih Biaya Crane	: -139.500.000 IDR (konvensional)
Konvensional vs Precast kolom	: 342.034.804 IDR (precast)

Dengan demikian proyek ini lebih menguntungkan precast

Kemudian dilakukan analisa terhadap pengaruh perbedaan harga dan perbedaan waktu pada beberapa lantai berbeda dengan perhitungan yang serupa untuk diketahui seberapa besar pengaruhnya terhadap perbandingan metode ini, kemudian juga untuk mengetahui pada lantai dengan jumlah kolom berapakah yang dapat menyatakan bahwa metode precast lebih unggul dibandingkan dengan metode konvensional, dengan menggunakan excel sehingga didapatkan

Tabel 4.16 Estimasi perbandingan pengaruh kolom precast (tabel 1)

LANTAI	Jumlah Kolom	NILAI PROYEK	BIAYA STRUKTUR	BIAYA KOLOM KONVENSIONAL	BIAYA KOLOM PRECAST	SELISIH KOLOM	TIME KONVENSIONAL	WAKTU PRECAST	SELISIH WAKTU
1	105	4,032,258,065	1,185,483,871	431,553,238	493,208,797	(61,655,559)	7	6	1
2	210	8,064,516,129	2,370,967,742	863,106,475	936,417,594	(73,311,119)	14	12	2
3	315	12,096,774,194	3,556,451,613	1,294,659,713	1,379,626,391	(84,966,678)	21	18	3
4	420	16,129,032,258	4,741,935,484	1,726,212,950	1,822,835,187	(96,622,237)	28	24	4
5	525	20,161,290,323	5,927,419,355	2,157,766,188	2,266,043,984	(108,277,797)	35	30	5
6	630	24,193,548,387	7,112,903,226	2,589,319,425	2,709,252,781	(119,933,356)	42	36	6
7	735	28,225,806,452	8,298,387,097	3,020,872,663	3,152,461,578	(131,588,915)	49	42	7
8	840	32,258,064,516	9,483,870,968	3,452,425,900	3,595,670,375	(143,244,475)	56	48	8
9	945	36,290,322,581	10,669,354,839	3,883,979,138	4,038,879,172	(154,900,034)	63	54	9

Sumber : Olahan Sendiri

Tabel 4.17 Estimasi perbandingan pengaruh kolom precast (tabel 2)

OVERHEAD KONVENSIONAL	OVERHEAD PRECAST	SELISIH OVERHEAD	CRANE KONVENSIONAL	CRANE PRECAST	SELISIH CRANE	TOTAL CONV	TOTAL PREC	PRECAST VS KONVENSIONAL	LANTAI
201,612,903	172,811,060	28,801,843	6,300,000	10,800,000	(4,500,000)	431,553,238	468,906,954	(37,353,716)	1
403,225,806	345,622,120	57,603,687	12,600,000	21,600,000	(9,000,000)	863,106,475	887,813,907	(24,707,432)	2
604,838,710	518,433,180	86,405,530	18,900,000	32,400,000	(13,500,000)	1,294,659,713	1,306,720,861	(12,061,148)	3
806,451,613	691,244,240	115,207,373	25,200,000	43,200,000	(18,000,000)	1,726,212,950	1,725,627,814	585,136	4
1,008,064,516	864,055,300	144,009,217	31,500,000	54,000,000	(22,500,000)	2,157,766,188	2,144,534,768	13,231,420	5
1,209,677,419	1,036,866,359	172,811,060	37,800,000	64,800,000	(27,000,000)	2,589,319,425	2,563,441,721	25,877,704	6
1,411,290,323	1,209,677,419	201,612,903	44,100,000	75,600,000	(31,500,000)	3,020,872,663	2,982,348,675	38,523,988	7
1,612,903,226	1,382,488,479	230,414,747	50,400,000	86,400,000	(36,000,000)	3,452,425,900	3,401,255,628	51,170,272	8
1,814,516,129	1,555,299,539	259,216,590	56,700,000	97,200,000	(40,500,000)	3,883,979,138	3,820,162,582	63,816,556	9

Sumber : Olahan Sendiri

Dari tabel yang diperlihatkan diatas dapat terlihat bahwa nilai perbandingan antara metode konvensional dan metode precast mulai menunjukkan angka positif pada bangunan lantai 4, dimana hal ini menunjukkan lantai dimana jumlah kolom yang dibutuhkan telah memenuhi syarat dimana menyatakan bahwa pada lantai tersebut dan seterusnya metode precast kolom merupakan metode yang lebih unggul dibandingkan dengan metode konvensional

4.6.4 Analisa terhadap break even point

Analisa terhadap break even point dilakukan dengan membandingkan efisiensi metode precast kolom terhadap keseluruhan faktor yang mempengaruhi biaya, dalam hal ini didapatkan analisa terhadap jumlah lantai dengan menggunakan perbandingan, yang menjadi acuan utama dalam estimasi ini adalah pengaruh perubahan nilai proyek, biaya struktur, kemudian perbandingan terhadap biaya langsung total antara kolom konvensional dengan kolom precast terhadap keseluruhan jumlah kolom kemudian dicari selisih antara keduanya untuk mengetahui mana yang lebih murah, kemudian peninjauan terhadap estimasi waktu penyelesaian komponen struktur dengan menggunakan metode konvensional dan waktu yang dibutuhkan dengan menggunakan metode precast kolom, kemudian diperkirakan overhead yang harus ditanggung selama pelaksanaan konstruksi struktur pada kedua metode dan dibandingkan, kemudian perbedaan penggunaan crane diperhitungkan terhadap waktu konstruksi yang dibutuhkan dengan biaya sesuai kebutuhan dari metode yang digunakan baru kemudian dapat dibuat perbandingan total estimasi biaya struktur sebagai akibat dari perbedaan penggunaan metode yang kemudian dapat dilihat apabila bernilai negatif maka dapat disimpulkan bahwa pada tingkat tersebut penggunaan metode precast kolom sudah tidak lagi efisien untuk digunakan. Berikut adalah rincian metode perhitungan dan analisa yang digunakan dalam tabel tersebut

4.6.4.1 Jumlah lantai

Dalam tabel ini jumlah lantai menunjukkan pada lantai berapa proyeksi estimasi dilakukan dengan landasan lantai 31 pada proyek yang digunakan kemudian dilakukan proyeksi mulai dari lantai satu hingga lantai tertentu dengan asumsi bahwa luasan dan jumlah tiang perlantai adalah sama yaitu 105 kolom per lantai dan menggunakan desain yang tipikal agar dapat dijadikan benchmark yang relevan

4.6.4.2 Nilai Proyek

Proyeksi pertama dilakukan pada estimasi nilai proyek yang memiliki jumlah lantai berbeda namun dengan spesifikasi yang serupa dengan proyek greenbay

Universitas Indonesia

agar estimasi lebih relevan, proyeksi ini dilakukan dengan menggunakan perbandingan nilai proyek terhadap jumlah lantai yang ada sehingga dapat diperkirakan nilai umum proyek dengan perbedaan lantai yang ada, kemudian dilakukan validasi dengan menggunakan beberapa proyek lain yang memiliki spesifikasi serupa untuk disandingkan dengan hasil yang didapatkan dengan juga membandingkan jumlah kolom per lantai yang digunakan sehingga hasil proyeksi telah tervalidasi secara logis

4.6.4.3 Perbandingan biaya langsung kolom

Perhitungan biaya kolom yang dibutuhkan pada setiap tingkatan proyek dilakukan dengan menggunakan harga satuan yang telah dihitung sebelumnya baik pada metode konvensional dan metode kolom precast yang kemudian dikalikan dengan total kolom yang akan dikerjakan, sehingga didapatkan total budget kolom yang dibutuhkan pada setiap metode. Pada metode precast kolom terdapat biaya tambahan tetap yang berlaku untuk keseluruhan lantai yang akan dikerjakan sebesar 50 juta untuk biaya persiapan yang dimasukkan kedalam harga satuan elemen precast kolom, sehingga semakin banyak jumlah kolom yang digunakan maka akan semakin rendah pula biaya yang ditanggung untuk inisial cost ini

4.6.4.4 Perbandingan waktu penyelesaian struktur

Durasi yang dibutuhkan pada setiap proyek yang memiliki tingkatan berbeda tentu tidaklah sama, sehingga estimasi dilakukan dengan mengalikan waktu durasi level up dengan jumlah lantai yang ada pada pada setiap proyek dimana metode konvensional menggunakan siklus 7 hari level up dan precast kolom 6 hari level up, maka didapatkanlah waktu yang dibutuhkan pada setiap tingkatan proyek untuk menyelesaikan pekerjaan struktur tersebut

4.6.4.5 Perbandingan nilai overhead

Estimasi nilai overhead dilakukan dengan persentase pada metode konvensional yang diambil sebesar 5% daripada nilai keseluruhan proyek pada tiap tingkatan, kemudian dicari nilai overhead pada metode precast dengan membandingkan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi antara konvensional dan

Universitas Indonesia

precast kemudian barulah selisihnya dijadikan faktor yang berpengaruh pada keseluruhan biaya proyek

4.6.4.6 Analisa biaya pada tower crane

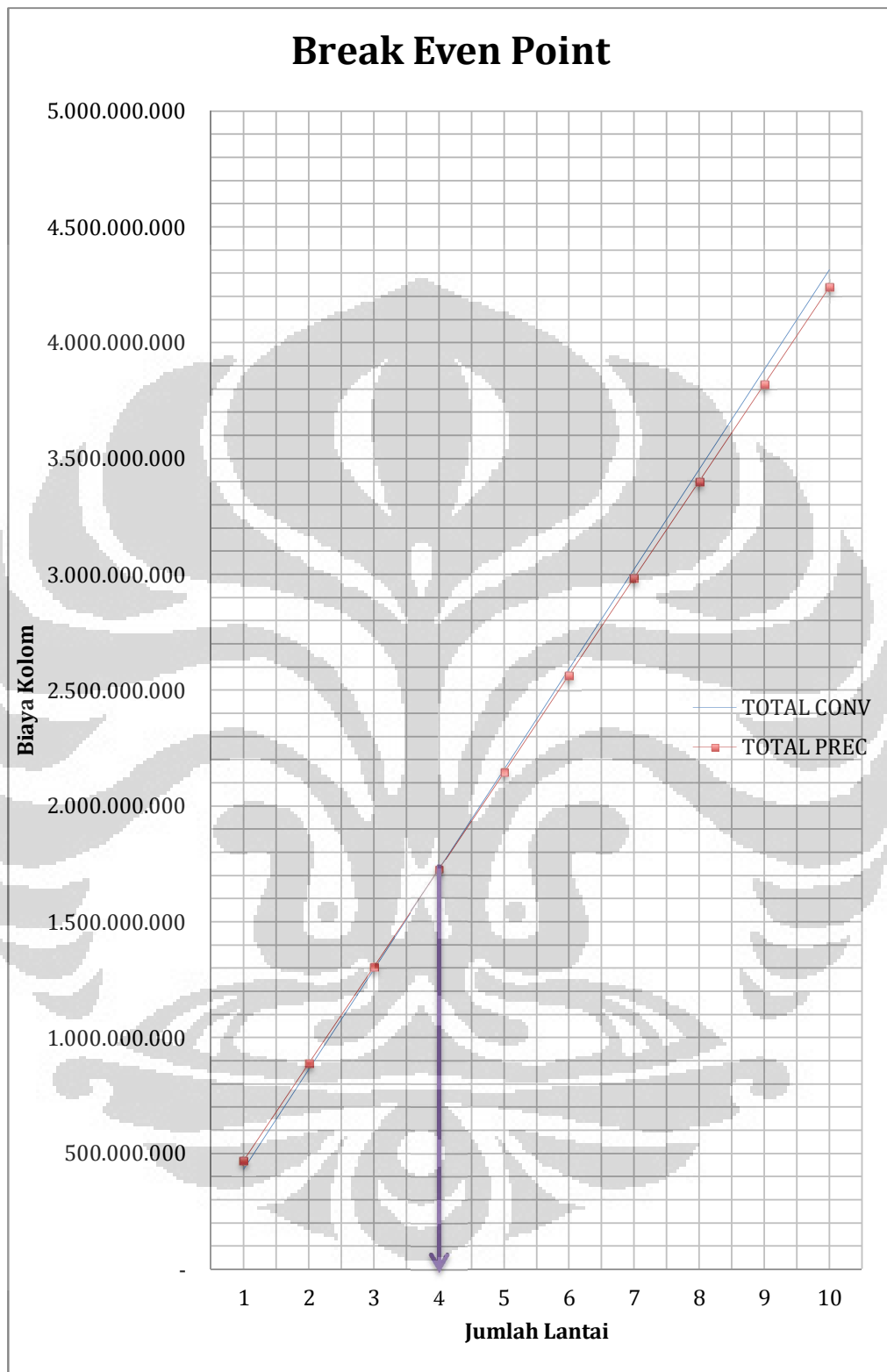
Penggunaan tower crane sengaja dipisahkan daripada perhitungan harga satuan dengan pertimbangan bahwa perubahan apapun yang terjadi pada Aktifitas tower crane akan berpengaruh pada keseluruhan komponen struktur secara tidak langsung, misalkan pada saat metode precast kolom menggunakan tower crane yang membutuhkan kapasitas load lebih besar yang juga berarti lebih mahal maka biaya tersebut akan berpengaruh pada elemen struktur lainnya yang mau tidak mau juga akan menggunakan crane dengan kapasitas yang besar tersebut sehingga perhitungan crane dilakukan secara terpisah dan berdasarkan waktu dibutuhkan pada komponen struktur, dimana pada implementasi ini untuk metode precast kolom crane digunakan dua untuk mengimbangi produktifitas dari kolom yang lebih tinggi, sehingga biaya yang ditimbulkanpun sedikit lebih mahal dibandingkan konvensional pada penggunaan crane

4.6.4.7 Perhitungan biaya konvensional vs precast

Perhitungan ini merupakan jumlah total antara seluruh elemen biaya yang terpengaruh daripada penggunaan metode yang berbeda, dimana selisih nilai budget kolom, overhead, dan crane telah disatukan untuk dilihat untung/ruginya penerapan metode precast pada lantai tersebut, kemudian nilai ini juga merupakan landasan untuk mengetahui seberapa besar nilai dari efisiensi yang dihasilkan oleh penerapan metode precast kolom terhadap biaya proyek

4.6.5 Nilai break even point

Dari tabel yang telah dijabarkan terlihat bahwa nilai perbandingan antara metode precast dan konvensional mulai menunjukkan angka positif pada lantai ke 7, dimana hal ini menunjukkan bahwa metode precast kolom sudah mulai memberikan keuntungan pada keseluruhan proyek pada lantai 7 keatas, kemudian dapat dilihat pula hasil plot grafik sebagai berikut



Gambar 4.32 Diagram Break Even Point

Sumber : Olahan Sendiri

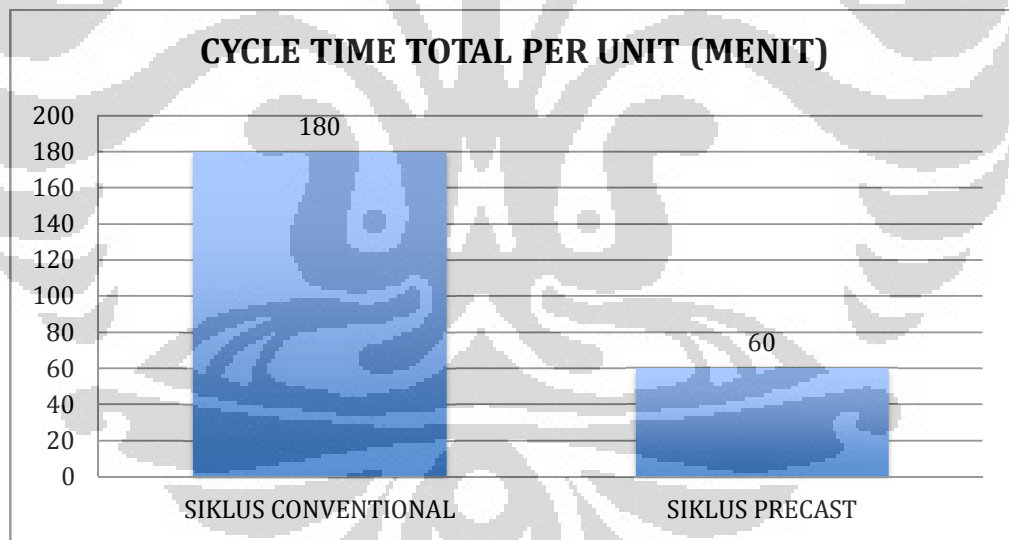
BAB 5 TEMUAN DAN HASIL

5.1 Pendahuluan

Pada bab ini diberikan pembahasan mengenai hasil daripada analisa yang terhadap metode yang mempengaruhi durasi dan biaya proyek sehingga didapatkan seberapa besar pengaruh dari penerapan metode precast kolom apabila ditinjau secara keseluruhan proyek

5.2 Pembahasan hasil

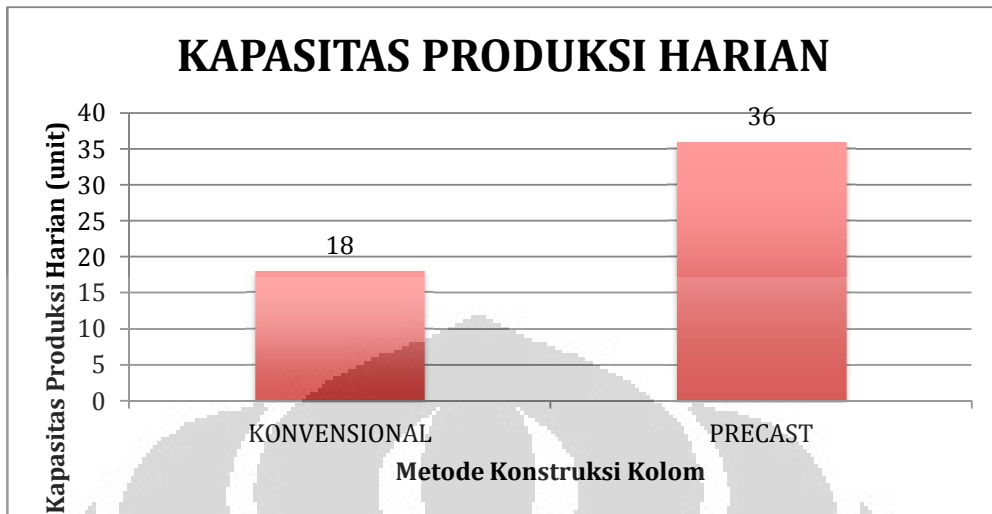
Dari perhitungan yang telah dilakukan terhadap pengaruh penggunaan metode precast kolom terhadap metode konvensional didapatkan pengaruhnya terhadap tiga satuan, yaitu pengaruhnya terhadap siklus satuan unit kolom, pengaruhnya terhadap kapasitas produksi harian, dan pengaruhnya terhadap efisiensi waktu konstruksi struktur, berikut adalah perbandingan antara elemen-elemen tersebut



Gambar 5.1 Diagram Cycle Time Unit Kolom

Sumber : Olahan Sendiri

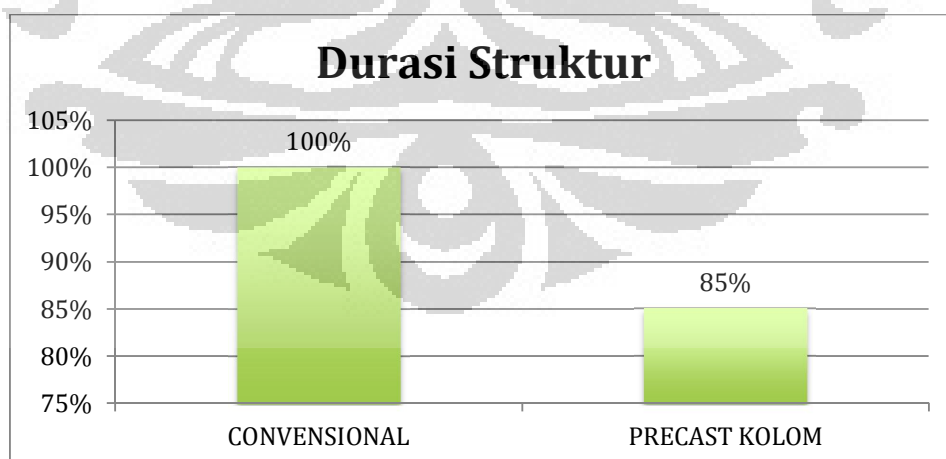
Bisa dilihat dari diagram diatas pengaruh penggunaan kolom precast terhadap satu kesatuan unit kolom mencapai 200% lebih cepat, namun perbandingan ini belum menganalisa pengaruh dari overlap yang bisa dilakukan, kemudian diagram pengaruh terhadap kapasitas produksi harian dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 5.2 Diagram Kapasitas Produksi

Sumber : Olahan Sendiri

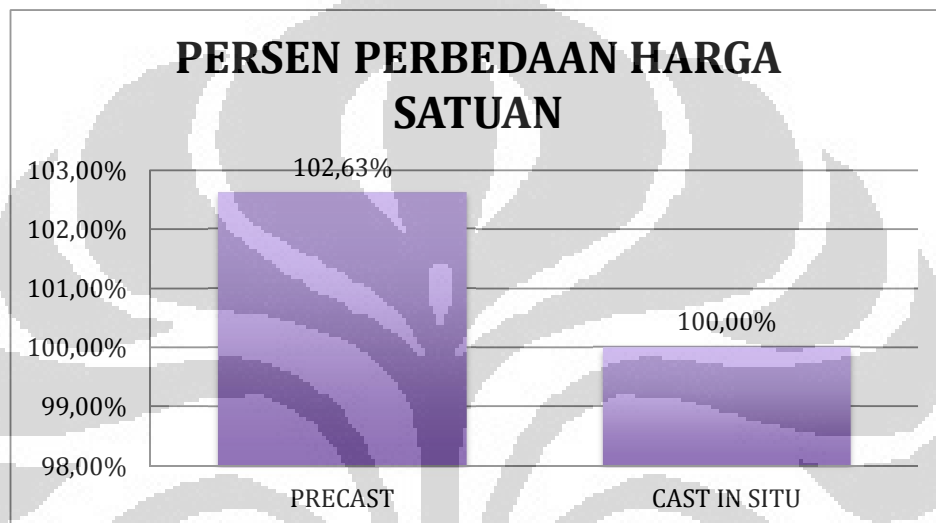
Bisa dilihat dari diagram diatas seberapa besar pengaruh dan efisiensi daripada precast kolom jika dibandingkan dengan metode konvensional, dimana metode precast ini bisa meningkatkan kapasitas produksi harian hingga dua kali lipat dibandingkan dengan metode konvensional, dari kapasitas produksi ini barulah didapatkan pengaruhnya dalam penyelesaian waktu yang dibutuhkan untuk kenaikan lantai sebagai benchmark untuk menentukan pengaruhnya pada skala yang lebih besar, dari bar chart yang telah dihasilkan maka didapatkan waktu efektif sebagai berikut



Gambar 5.3 Diagram Perbandingan Durasi Struktur

Sumber : Olahan Sendiri

Dari diagram diatas dapat dilihat penurunan waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan konstruksi struktur sebesar 15%, metode ini mempercepat kenaikan tingkat sebesar satu hari jika dibandingkan dengan metode konvensional yang digunakan, kemudian dari hasil analisa terhadap harga satuan biaya didapatkan perbandingan nilai sebagai berikut



Gambar 5.4 Diagram Perbedaan Harga Satuan

Sumber : Olahan Sendiri

Dari diagram diatas dapat dilihat bahwa harga satuan dari precast terlihat sedikit lebih mahal apabila dibandingkan dengan metode konvensional yaitu sebesar 2%, namun hal ini haruslah dibandingkan dengan efek yang dihasilkan dari pengurangan waktu durasi proyek sehingga dapat diselesaikan lebih cepat yang mempengaruhi overhead proyek, kemudian untuk melihat pengaruhnya terhadap komponen lainnya akan diperjelas dengan tabel berikut

Tabel 5.1 Hasil Perhitungan Akhir

KOMPONEN	NILAI
WAKTU STRUKTUR CONVENTIONAL	217 Hari
WAKTU STRUKTUR PRECAST	186 Hari
SELISIH WAKTU	31 Hari
NILAI OVERHEAD	6.250.000.000,00 IDR

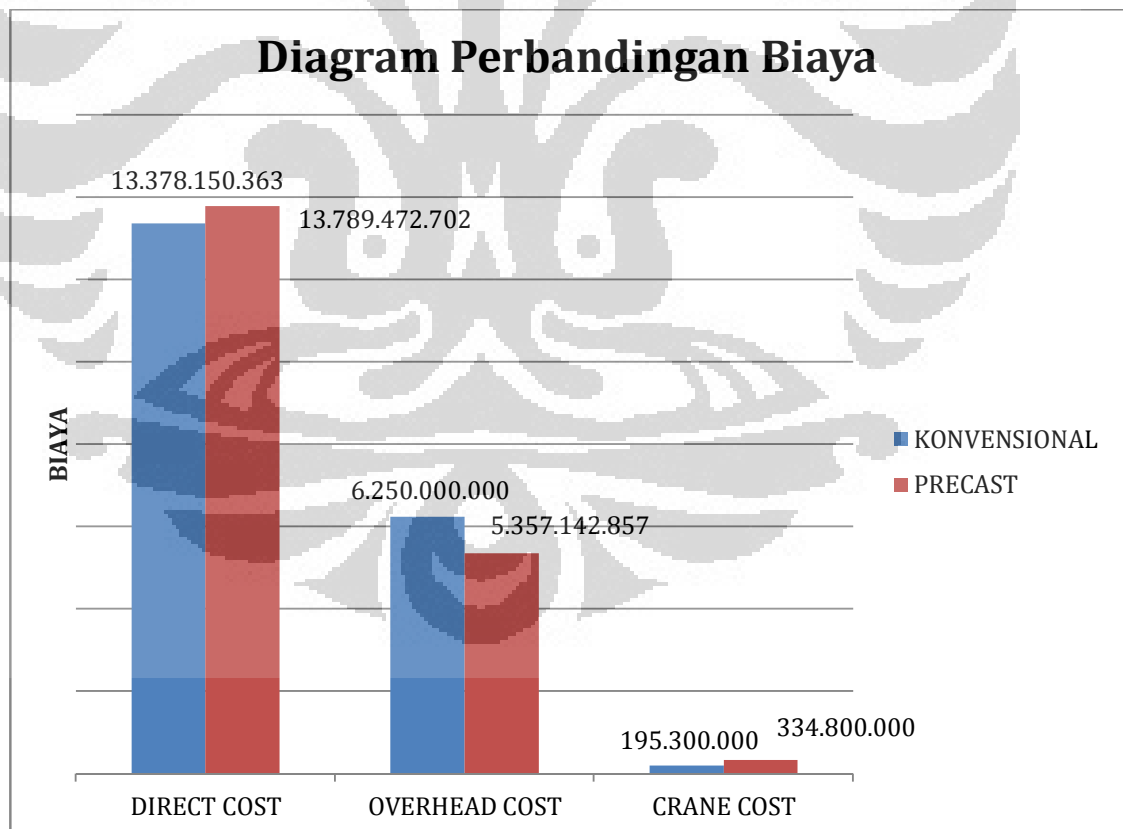
Universitas Indonesia

Tabel (Sambungan)

SELISIH NILAI OVERHEAD	892.857.143 IDR
BIAYA KOLOM CONVENTIONAL	13.378.150.363 IDR
BIAYA KOLOM PRECAST	13.789.472.702 IDR
SELISIH BUDGET KOLOM	-411.322.339 IDR
BIAYA CRANE CONVENTIONAL	195.300.000 IDR
BIAYA CRANE PRECAST	334.800.000 IDR
SELISIH CRANE	-139.500.000 IDR
PRECAST VS KONVENTIONAL	342.034.804 IDR

Sumber : Olahan Sendiri

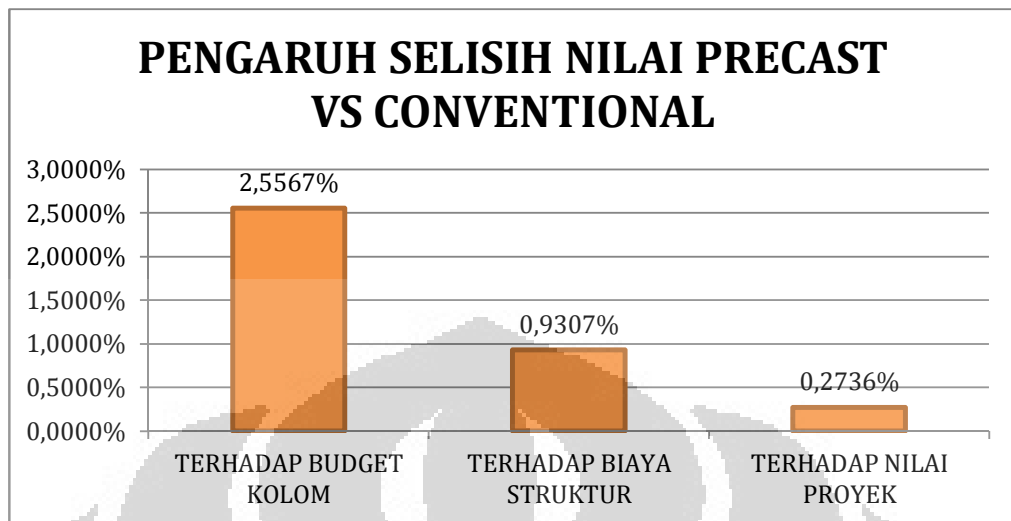
Dari tabel diatas dapat dilihat perbedaan yang cukup jelas antara metode precast dan metode konvensional yang terjadi apabila metode precast kolom ini diimplementasikan pada proyek greenbay pluit, untuk mempermudah dibuat diagram perbandingan untuk memperlihatkan pengaruh penggunaan precast kolom terhadap komponen waktu dan komponen biaya sebagai berikut



Gambar 5.5 Diagram Perbandingan Biaya

Sumber : Olahan Sendiri

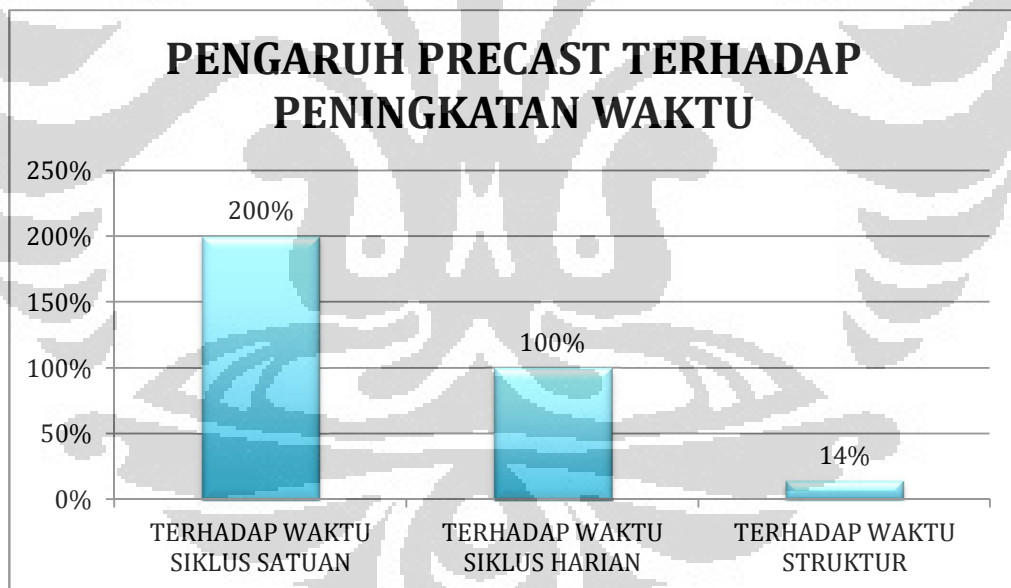
Universitas Indonesia



Gambar 5.6 Diagram Nilai Pengaruh Biaya

Sumber : Olahan Sendiri

Sedangkan perbandingan terhadap efisiensi waktu dapat dilihat pada diagram berikut



Gambar 5.7 Diagram Pengaruh Peningkatan Waktu

Sumber : Olahan Sendiri

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Dari hasil yang telah ditemukan bahwa metode precast pada kolom memiliki harga satuan yang lebih tinggi namun peningkatan produktifitas yang dihasilkan memiliki keuntungan yang lebih banyak jika ditinjau pada overhead yang dihabiskan, dapat disimpulkan bahwa keuntungan yang dapat dicapai dengan penggunaan kolom precast adalah 2.55% jika dibandingkan terhadap biaya total kolom yang dikeluarkan pada metode konvensional sehingga dapat dikategorikan sebagai pengaruh kecil yaitu *insignificant* atau tidak signifikan, serta dapat mengurangi waktu produksi hingga 16.67% dari total waktu yang dibutuhkan pada konstruksi struktur proyek oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa metode konstruksi dengan menggunakan metode precast pada struktur kolomnya terbukti merupakan metode yang lebih baik jika ditinjau dari segi efisiensi biaya dan waktu yang dihasilkan, setelah peninjauan dilakukan pada keseluruhan metode kerja pada komponen struktur pada proyek greenbay pluit. Kemudian setelah seluruh analisa dikemukakan maka diketahui pula elemen-elemen yang berpengaruh pada kinerja konstruksi struktur proyek diantaranya merupakan metode konstruksi yang digunakan merupakan salah satu yang berpengaruh besar pada kinerja, dimana didalamnya juga tertuang, mekanisme dan sequence yang akan menentukan produktifitas proyek itu sendiri, kemudian juga diketahui sumberdaya manusia yang dibutuhkan hingga metode instalasi pada kolom precast juga berpengaruh pada kinerja proyek, jadi faktor yang berpengaruh pada kinerja proyek pada struktur kolom dapat disederhanakan menjadi:

1. Metode konstruksi yang digunakan
2. Harga satuan kolom
3. Peralatan konstruksi
4. Metode overlap yang diterapkan
5. Waktu efektif siklus level up
6. Biaya overhead proyek
7. Pengurangan waste

8. Pengaruh resiko
9. Pengaruh inisial cost precast

6.2 Saran

Dengan mempertimbangkan pemikiran para pelaksana dan perencana konstruksi yang telah diwawancara sebelumnya, dimana mereka memperdebatkan masalah lain pada metode precast kolom ini yang membuat mereka mempertimbangkan kembali penggunaan metode precast kolom pada proyek yang mereka tangani walaupun mereka mengetahui potensi dari teknologi ini terhadap waktu dan biaya proyek, maka disarankan untuk perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk memberikan kepastian terhadap teknologi precast kolom yang sedang berkembang ini agar dapat menjadi pilihan seperti layaknya di negara maju yang telah banyak menggunakannya, beberapa penelitian yang diperlukan berkaitan dengan masalah keraguan dalam pengambilan keputusan para pelaksana antara lain:

1. Penelitian mengenai desain kekuatan struktur pada elemen precast kolom pada kaitannya dengan kekuatan hubungan *beam column joint* pada metode precast kolom yang masih banyak diragukan untuk diperhitungkan standard kelayakannya pada proyek konstruksi tahan gempa di indonesia
2. Penelitian mengenai desain metode konstruksi yang lebih detail dan variatif pada hubungan joint precast kolom dengan cara yang sederhana dan mudah untuk dilaksanakan dilapangan agar bisa mendapatkan produktifitas yang maksimal dan *applicable* untuk diterapkan di indonesia
3. Penelitian mengenai perubahan desain struktural pada kolom untuk dikonversi menjadi desain tipikal tanpa mengurangi strength daripada bangunan gedung

Maka dengan adanya penelitian dukungan ini diharapkan metode precast kolom dapat menjadi alternatif yang solutif untuk menggantikan metode konvensional yang memiliki efisiensi yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan metode konvensional yang banyak digunakan, dan diharapkan dapat menghilangkan keraguan yang ada pada teknologi precast dengan pembuktian yang jelas

DAFTAR ACUAN

- [1] Quotes from a Dissertation of Yu-Chen Ou from University of New York, June 2007
- [2] Title from a Thesis of Halimah Tunafiah from University of Indonesia, august 2003
- [3] Title from a Skripsi of Try Puji Santoso from University of Indonesia, June 2011
- [4] Straub, H., 1964, A History of Civil Engineering (Cambridge: The M.I.T. Press), hal. 205-215. Translated from the German Die Geschichte der Bauingenieurkunst, Verlag Birkhauser, Basel, 1949.
- [5] Kirby, R. S., dan Laurson, P. G., 1932, The Early Years of Modern Civil Engineering (New Haven: Yale University Press), hal. 273-275.
- [6] Ward, W. E., 1983 "Concrete in combination with iron as a building material" Transaction ASME, 4, Hal. 388-403.
- [7] Kosmatka, Steven H., Kerkhoff, Beatrix, dan Panarese, William C., 2003., Design and Control of Concrete Mixture.,Portland Cement Association, Illionis.
- [8] Mehtar, P. Kumar, dan Monteiro, Paulo J.M., 2006., Concrete - Microstructure, Properties and Materials, 3rd edition., McGraw-Hill, New York.
- [9] Quotes from a Dissertation of Yu-Chen Ou from University of New York
- [10] Journal Precast concrete and masonry 40 years on by Martin Clarke, Chief Executive, British Precast, Leicester
- [11] Journal a precast destiny by Edward James, Arminox, United Kingdom
- [12] Buku Metode konstruksi bangunan gedung bagian struktur kolom
- [13] Buku Pelaksanaan Total Bangun Persada Construction Method
- [14] Buku Pelaksanaan Total Bangun Persada Construction Method bagian perakitan pembedan
- [15] Buku Pelaksanaan Total Bangun Persada Construction Method bagian pemasangan bekisting

Universitas Indonesia

- [16] Buku Pelaksanaan Total Bangun Persada Construction Method bagian prosedur pengecoran
- [17] Buku Pelaksanaan Total Bangun Persada Construction Method bagian proses curing
- [18] Standard Operating Procedures Column Precast Adhimix Precast Indonesia bagian instalasi
- [19] Standard Operating Procedures Column Precast Adhimix Precast Indonesia bagian prosedur ereksi
- [20] Standard Operating Procedures Column Precast Adhimix Precast Indonesia bagian joint
- [21] The ISO 31000:2009 Risk Management Standard
- [22] Journal Precast Flooring: Health and Safety Issues by Gerard Feenan from Precast Flooring Federation, Hanson Birchwood
- [23] Allocating and Minimizing the Risk of Construction Delays, By Raymond Kwasnick and Erin Morrissey, August 2008
- [24] Information from the correction of statement by Ir. Asiyanto, MBA, IPU
- [25] Quotes by Ir. Wisnu Isvara, MT.
- [26] Information by precaststructure.com
- [27] Information from book alat-alat berat by Ir. Igit Soemardikatmodjo April 2003

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, Irdam, "Construction Method", Paper Kuliah Pasca Sarjana Teknik Sipil UI, 2001
- Arikunto, "Prosedur Penelitian", Rineka Cipta, Jakarta, 1993
- Asiyanto. *Construction Project Cost Management*. Jakarta: Pradnya Paramitha, 2010
- Asiyanto, *Metode Konstruksi Gedung Bertingkat*. Universitas Indonsesia, 2008
- C.B. Tatum, Fellow : "Classification System for Construction Technology, ASCE", 1989
- C. B. Tatum, J. A. Vanegas, J. M. Williams : "Constructability Improvement Using Prefabrication, Preassembly, & Modularization", 1987
- Feenan, Gerard, *Journal Precast Flooring: Health and Safety Issues* from Precast Flooring Federation, Hanson Birchwood
- Istijanto. Riset Sumber Daya Manusia. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama, 2005. hal 91
- Marimin. *Teknik dan Aplikasi Pengambilan Keputusan Kriteria Majemuk*. Jakarta: Grasindo , 2005. hal .24
- Mehtar, P. Kumar, dan Monteiro, Paulo J.M., 2006., *Concrete - Microstructure, Properties and Materials*, 3rd edition., McGraw-Hill, New York.
- Pujawan, I Nyoman. *Ekonomi Teknik*. Jakarta 2009. PT Guna Widya
- Sumardikatmodjo, Igit. *Alat-alat Berat*. Jakarta, April 2005
- The ISO 31000:2009 Risk Management Standard*



LAMPIRAN I

FORM KUISIONER VALIDASI PAKAR

**ANALISIS TEKNOLOGI METODE PRECAST KOLOM TERHADAP EFISIENSI WAKTU DAN BIAYA
PROYEK DI INDONESIA**



**KUESIONER PENELITIAN KEPADA PAKAR DAN PELAKU KONSTRUKSI
(IDENTIFIKASI *INFLUENCED COMPONENT*)**

REZA PRASTOWO
0806329552

**FAKULTAS TEKNIK
DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL**
2011

KERAHASIAAN INFORMASI

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

INFORMASI HASIL PENELITIAN

Setelah seluruh informasi telah didapatkan dan dianalisa, maka hasilnya akan disampaikan kepada Perusahaan Bapak/Ibu dan apabila ada pertanyaan mengenai penelitian ini, maka Bapak/Ibu dapat menghubungi :

1. Penulis/ Mahasiswa : Reza Prastowo pada HP : 08578-141141-0 atau e-mail : reza.prastowo@gmail.com
2. Pembimbing 1 : Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, MT pada HP 08158977999 atau e-mail : latief73@eng.ui.ac.id
3. Pembimbing 2 : Ir. Eddy Subiyanto, MM, MT. pada HP: 081284257752 atau e-mail: eddysubiyanto@gmail.com

Terimakasih atas kesediaan Bapak/Ibu untuk mengisi kuesioner ini. Semua informasi yang telah diberikan ini hanya akan digunakan untuk kepentingan penelitian saja dan dijamin kerahasiaannya.

Hormat saya,

Reza Prastowo

ABSTRAK

Nama : Reza Prastowo

Program Studi : Teknik Sipil

Judul : Analisis Teknologi Metode Precast Kolom Terhadap Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek di Indonesia

Teknologi merupakan suatu penerapan dari perpaduan ilmu pengetahuan yang dapat bermanfaat bagi seluruh umat manusia, oleh sebab itu pengembangan dan pemberian kepercayaan kepada suatu teknologi yang sedang berkembang merupakan suatu hal yang harus dilakukan. Metode konstruksi pra cetak terhadap sebuah struktur yaitu kolom juga merupakan sebuah teknologi yang sedang berkembang di Indonesia. Namun masih barunya teknologi ini berkembang membuat belum timbulnya kepercayaan kepada teknologi ini walaupun metode ini berpotensi untuk meningkatkan keseluruhan kinerja proyek baik dari segi waktu dan biaya, oleh karena itu penulis memilih untuk menganalisa masalah ini untuk membuktikan efisiensi dari teknologi pra cetak kolom. Penelitian ini difokuskan kepada seberapa besar pengaruh dari penggunaan teknologi precast kolom terhadap kinerja proyek, serta menganalisa seluruh komponen yang mempengaruhi faktor-faktor tersebut sehingga menimbulkan perbedaan antara teknologi konvensional dan pracetak, untuk itu komponen apa saja yang harus dipertimbangkan dalam penelitian ini perlu divalidasi terlebih dahulu kepada para pakar yang ahli dalam masalah ini

Pakar Terkait:

Pelaksana Produksi Pracetak, Pelaksana Konstruksi, Pakar Bangunan Gedung, Perencana Konstruksi

Data Responden dan Petunjuk Singkat

1. Nama Responden :
2. Jenis Kelamin :
3. Perusahaan/Instansi :
4. Pengalaman Kerja : (tahun)
5. Pendidikan Terakhir: D3/S1/S2/S3 (coret yang tidak perlu)
6. Tanda Tangan :

Petunjuk Singkat Pengisian Kuisioner

1. Pengisian ya/tidak untuk memvalidasi apakah pencarian informasi mengenai variabel yang diajukan benar dibutuhkan ataukah tidak diperlukan untuk mendapatkan hasil dari penelitian yang dilakukan agar dapat mengetahui perbandingan efisiensi daripada metode precast yang dibandingkan dengan metode konvensional beserta mengetahui titik break even point terhadap cost dengan menggunakan kolom precast.
2. Jawaban yang merupakan komentar/persepsi/pendapat bapak/ibu mengenai komponen yang dianggap tidak diperlukan untuk mendapatkan hasil penelitian yang diinginkan dengan memberikan alasan dan masukan mengenai data seperti apa yang sebaiknya diperlukan untuk menyelesaikan penelitian ini.

Faktor Yang Mempengaruhi untuk membandingkan cast in situ dengan precast

Validasi Pakar						
No	Variabel	sub no	Sub Variabel	Referensi	Validasi (ya/tidak)	Komentar
X1	Time Element Precast	x.1.1	Siklus Delivery Precast	Construction Method		
		x.1.2	Siklus Stocking	Construction Method		
		x.1.3	Siklus Erecting	Construction Method		
		x.1.4	Siklus Installing	Construction Method		
		x.1.5	Kapasitas Produksi Harian	Construction Method		
		x.1.6	Waktu produksi Precast	Construction Method		
		x.1.7	Delay and inefficiencies	Construction Method		
X2	Time Element In Situ	x.2.1	Siklus Pembesian	Prosedur Pelaksanaan TBP		
		x.2.2	Siklus Pemasangan Bekisting	Prosedur Pelaksanaan TBP		
		x.2.3	Siklus Pengecoran	Prosedur Pelaksanaan TBP		
		x.2.4	Waktu tunggu umur beton	Prosedur Pelaksanaan TBP		
		x.2.5	Siklus pelepasan bekisting	Prosedur Pelaksanaan TBP		
		x.2.6	Siklus Finishing	Prosedur Pelaksanaan TBP		
		x.3.1	Unit Precast	Buku Bangunan Gedung		
X3	Cost Element Precast	x.3.2	Tower Crane	Buku Bangunan Gedung		
		x.3.3	Mobile Crane	Buku Bangunan Gedung		
		x.3.4	Truck Trailer	Buku Bangunan Gedung		
		x.3.5	Peralatan Las	Buku Bangunan Gedung		
		x.3.6	Pekerja	Buku Bangunan Gedung		
		x.3.7	Mandor	Buku Bangunan Gedung		
		x.4.1	Beton Ready Mix	Buku Bangunan Gedung		
X4	Cost Element In	x.4.2	Baja Tulangan	Buku Bangunan Gedung		

X5	Risk Element Precast	Situ	x.4.3	Kawat Baja	Buku Bangunan Gedung		
			x.4.4	Unit Bekisting	Buku Bangunan Gedung		
			x.4.5	Tower Crane	Buku Bangunan Gedung		
			x.4.6	Truck Mixer	Buku Bangunan Gedung		
			x.4.7	Bucket Concrete	Buku Bangunan Gedung		
			x.4.8	Vibrator	Buku Bangunan Gedung		
			x.4.9	Pekerja	Buku Bangunan Gedung		
			x.4.10	Tukang Besi	Buku Bangunan Gedung		
			x.4.11	Mandor	Buku Bangunan Gedung		
			x.5.1	Safety Risk	Risk Management Plan		
			x.5.2	Traffic Delay	Risk Management Plan		
X6	Risk Element In Situ	Situ	x.5.3	Misscommunication Delay	Risk Management Plan		
			x.5.4	Equipment Problem Delay	Risk Management Plan		
			x.5.5	Poor Scheduling Delay	Risk Management Plan		
			x.6.1	Rework	Risk Management Plan		
			x.6.2	Waste	Risk Management Plan		
			x.6.3	Additional Work	Risk Management Plan		
X6	Risk Element In Situ	Situ	x.6.4	Batching Plant Problem Delay	Risk Management Plan		
			x.6.5	Crane Schedule Delay	Risk Management Plan		
			x.6.6	Low Productivity Worker Delay	Risk Management Plan		



Form Data Survey

Proyek :

Tanggal :

Kontraktor :

Dokumen Tersedia

- Project Overall Presentation
- Project Bar Chart (S Curve)
- Project Structural Organization
- Shop Drawing (Kolom)
- Bill of Quantity (Volume)
- Foto Dokumentasi Pelaksanaan Proyek
- Design Layout Rencana Proyek
- Bar Bending Schedule*
- Standard Operational Procedures*
- Buku Biru RAP*
- Project Contract*



LAMPIRAN 3

FORM INTERVIEW METODE KONVENSIONAL

Form Interview Konvensional

Proyek : *Nara Sumber* :
Tanggal : *Jabatan* :
Kontraktor : *Contact* :

Project Analysis

Project Contract Value :
 Project Contract Duration :
 Usual Working Time :
 Usual Working Days :
 Total Column Project :

Time Analysis

Waktu Efektif Pembesian :
 - Fabrikasi :
 - Instalasi/Rakit :
 Waktu Efektif Bekisting :
 - Cleaning :
 - Perakitan :
 - Oiling & Verticality :
 Waktu Efektif Pengecoran :
 - Persiapan/slump :
 - Proses Pengecoran :
 - Waktu Curing :
 Waktu Efektif Ereksi :
 Jumlah Kolom Per Lantai :
 Waktu 1 lantai kolom :
 Durasi untuk level up :

Cost Analysis

Pekerjaan	Elemen Cost	Value	Satuan
Pembesian	Kebutuhan Baja per Kolom		Kg/Kolom
	Penggunaan Kawat ikat besi		Kg/Kolom
Bekisting	Kebutuhan kayu Bekisting		M2/Kolom
	Masa penggunaan kayu bekisting		Kali Pakai
	Penggunaan Oli Bekisting		Kolom/Kaleng
Pengecoran	Kebutuhan Readymix kolom		M3/Kolom

Risk Analysis

Jenis Resiko	Effect/Impact	Possibilities



LAMPIRAN 4

FORM INTERVIEW METODE PRECAST

Form Interview Metode Precast

Proyek : *Nara Sumber* :
Tanggal : *Jabatan* :
Kontraktor : *Contact* :

Project Analysis

Project Contract Value :
 Project Contract Duration :
 Usual Working Time :
 Usual Working Days :
 Total Column Project :

Time Analysis

Waktu Efektif Ereksi :
 - Attaching :
 - Erecting :
 - Positioning :
 Waktu Efektif Verticality :
 - Theodolit Shooting :
 - Marking :
 - Setting :
 Waktu Efektif Installation :
 - Beam Locking :
 - Joint Welding :
 - Joint Grouting :
 Jumlah Kolom Per Lantai :
 Total Waktu 1 lantai :
 Durasi untuk level up :

Risk Analysis

Jenis Resiko	Effect/Impact	Possibilities



Form Observasi

Proyek :

Tanggal :

Kontraktor :

Cycle Time Crane

Attaching	Detik
Erecting	Detik
Swing	Detik
Positioning	Detik
Deattaching	Detik
Installing	Detik

Manpower & Cost Element

Pembesian	Tukang Besi	Orang
	Mandor	Orang
	Bar Cutter	Buah
	Bar Bender	Buah
Bekisting	Tukang	Orang
	Mandor	Orang
Pengecoran	Jenis Bekisting Digunakan	Type
	Tukang	Orang
	Mandor	Orang
	Bucket	Buah
Erection	Vibrator	Buah
	Operator TC	Orang
	Jenis TC Digunakan	Kapasitas



HASIL REKAPITULASI VALIDASI PAKAR

LAMPIRAN 6

Lampiran 6 : Hasil Validasi Pakar

Validasi Pakar		Pak Ashiyanto	Pak Syaifudin	Ibu Nusa	Pak Sumadi	Pak Syaqui																					
Perusahaan		WASKITA KARYA	TOTAL BANGUN PERSADA	LEMBAGA TEKNOLOGI	ADHIMIX PRECAST INDONESIA	WASKITA KARYA																					
Pengalaman		35	15	30	15	15																					
No	Variabel	sub no	Sub Variabel	Referensi	Validasi (ya/tidak)	Komentar	Validasi (ya/tidak)	Komentar	Validasi (ya/tidak)	Komentar	Validasi (ya/tidak)	Komentar	Validasi (ya/tidak)	Komentar													
															x.1.1	Siklus Delivery Precast	Construction Method	ya	Tambahkan peninjauan terhadap keseluruhan proyek, lalu lakukan analisa perbandingan antara kedua metode terkait	ya	delivery precast tergantung daripada akses yang ada, kapasitas produksi harian tergantung dari kapasitas pabrik, delay tidak terjadi asalkan akses memadai, yang menjadi permasalahan utama daripada metode precast adalah pada desain sambungannya terhadap kekuatan struktural yang masih belum ada standard baku yang dapat dipercaya sehingga penggunaan metode ini jadi ditakutkan untuk digunakan para pelaksana	ya	Coba dipikirkan pengaruh dari jumlah lantai, kemudian tentukan fokus penelitian apakah terfokus pada peninjauan vertikal, ataukan juga peninjauan horizontal juga turut diperhatikan	ya	permasalahan yang pernah terjadi pada precast kolom adalah pada metode pelaksanaan yang cenderung sulit untuk dilakukan pada penyambungan joint yang ada, sehingga terkadang malah memperlambat proses konstruksi bukannya mempercepat		
															x.1.2	Siklus Stocking	Construction Method	ya		ya		ya		ya		ya	
															x.1.3	Siklus Erecting	Construction Method	ya		ya		ya		ya		ya	
															x.1.4	Siklus Installing	Construction Method	ya		ya		ya		ya		ya	
															x.1.5	Kapasitas Produksi Harian	Construction Method	ya		tidak		ya		ya		ya	
															x.1.6	Waktu produksi Precast	Construction Method	ya		tidak		ya		ya		ya	
															x.1.7	Delay and inefficiencies	Construction Method	ya		tidak		ya		ya		ya	
															x.2.1	Siklus Pembesian	Prosedur Pelaksanaan TBP	ya		ya		ya		ya		ya	
															x.2.2	Siklus Pemasangan Bekisting	Prosedur Pelaksanaan TBP	ya		ya		ya		ya		ya	
															x.2.3	Siklus Pengecoran	Prosedur Pelaksanaan TBP	ya		ya		ya		ya		ya	
															x.2.4	Waktu tunggu umur beton	Prosedur Pelaksanaan TBP	ya		ya		tidak		ya		ya	
															x.2.5	Siklus pelepasan bekisting	Prosedur Pelaksanaan TBP	ya		ya		tidak		ya		ya	
															x.2.6	Siklus Finishing	Prosedur Pelaksanaan TBP	ya		tidak		ya		ya		ya	
															x.3.1	Unit Precast	Buku Bangunan Gedung	ya		ya		ya		ya		ya	
															x.3.2	Tower Crane	Buku Bangunan Gedung	ya		ya		ya		ya		ya	
															x.3.3	Mobile Crane	Buku Bangunan Gedung	ya		ya		ya		ya		ya	
x.3.4	Truck Trailer	Buku Bangunan Gedung	ya		tidak		ya		ya		ya																
x.3.5	Peralatan Las	Buku Bangunan Gedung	ya		ya		ya		ya		ya																
x.3.6	Pekerja	Buku Bangunan Gedung	ya		ya		ya		ya		ya																
x.3.7	Mandor	Buku Bangunan Gedung	ya		tidak		ya		ya		ya																

Lampiran 6 : (Lanjutan)

X 4	Cost Element In Situ	x4.1	Beton Ready Mix	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.2	Baja Tulangan	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.3	Kawat Baja	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.4	Unit Bekisting	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.5	Tower Crane	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.6	Truck Mixer	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.7	Bucket Concrete	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.8	Vibrator	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.9	Pekerja	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.10	Tukang Besi	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
		x4.11	Mandor	Buku Bangunan Gedung	ya	ya	ya	ya	
X 5	Risk Element Precast	x5.1	Safety Risk	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x5.2	Traffic Delay	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x5.3	Misscommunication Delay	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x5.4	Equipment Problem Delay	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x5.5	Poor Scheduling Delay	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x6.1	Rework	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x6.2	Waste	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
X 6	Risk Element In Situ	x6.3	Additional Work	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x6.4	Banching Plant Problem Delay	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x6.5	Crane Schedule Delay	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	
		x6.6	Low Productivity Worker Delay	Risk Management Plan	ya	ya	ya	ya	



LAMPIRAN 7

HASIL FORM PENELITIAN

Hasil Data Survey

Proyek : *Greenbay Pluit*

Tanggal : *11 May 2012*

Kontraktor : *PT Total Bangun Persada Tbk*

Dokumen Tersedia

- [v] Project Overall Presentation
- [v] Project Bar Chart (S Curve)
- [v] Project Structural Organization
- [v] Shop Drawing (Kolom)
- [v] Bill of Quantity (Volume)
- [v] Foto Dokumentasi Pelaksanaan Proyek
- [v] Design Layout Rencana Proyek

Form Interview Konvensional (1)

Proyek : Tower B Greenbay Pluit *Nara Sumber* : Pak Udiono
Tanggal : 16 Maret 2012 *Jabatan* : Q-Spv
Kontraktor : PT Total Bangun Persada

Project Analysis

Project Contract Value : 500 Miliar (4 Tower)
 Project Contract Duration : 28 January 2011 – 3 November 2011 (struktur)
 Usual Working Time : 14 Jam
 Usual Working Days : Setiap Hari
 Total Column Project : 105 Kolom per lantai (32+3 Lantai) tapi ada 4 lantai tidak ada (lantai 4, 13, 14, 24)

Time Analysis

Waktu Efektif Pembesian : 3 Jam 2 Kolom
 - Fabrikasi : 1 (1:3 dengan perakitan)
 - Instalasi/Rakit : 3
 Waktu Efektif Bekisting : 15 Menit (Pemasangan)
 - Cleaning : 7 Menit (buka) 2 Orang
 - Perakitan : 15 menit (3 Orang)
 - Oiling & Verticality : 5 Menit (1 Orang) Vertikality
 Waktu Efektif Pengecoran : 18 Jam/Lantai
 - Persiapan/slump : 15 Menit (1 Orang)
 - Proses Pengecoran : 6 Jam per Zona (4 Orang)
 - Waktu Curing : 7 Jam – 13 Jam
 Waktu Efektif Ereksi : 5 menit
 Jumlah Kolom Per Lantai : 105
 Waktu 1 lantai kolom : 6 Hari

Durasi untuk level up : 7 Hari

Cost Analysis

Pekerjaan	Elemen Cost	Value	Satuan
Pembesian	Kebutuhan Baja per Kolom	240	Kg/Kolom
	Penggunaan Kawat ikat besi	2 Ton → 12.5 Kg	Kg/Kolom
Bekisting	Kebutuhan kayu Bekisting	0.9x4x2.8	M2/Kolom
	Masa penggunaan kayu bekisting	7	Kali Pakai
	Penggunaan Oli Bekisting	1.5L / Zona Kolom	Kolom/Kaleng
Pengecoran	Kebutuhan Readymix kolom	0.9x0.9x2.8	M3/Kolom

Jenis Resiko	Effect/Impact	Possibilities
Waste Besi	Penambahan Jumlah Besi	3%
Waste Beton	Penambahan Jumlah Beton	5%

Form Interview Konvensional (2)

Proyek : Tower A Greenbay Pluit *Nara Sumber* : Pak Saroso
Tanggal : 16 Maret 2012 *Jabatan* : Q-Spv
Kontraktor : PT Total Bangun Persada

Project Analysis

Project Contract Value : 125 Miliar
 Project Contract Duration : 18 Bulan
 Usual Working Time : 14 Jam (Shift 8+6+5+3)
 Usual Working Days : 7 Hari
 Total Column Project : 105 Kolom per lantai (35 Lantai)

Time Analysis

Waktu Efektif Pembesian : 1 Jam 20 Menit
 - Fabrikasi : 20 Menit
 - Instalasi/Rakit : 1 Jam
 Waktu Efektif Bekisting :
 - Cleaning : 7 Menit (buka) 2 Orang
 - Perakitan : 15 menit (3 Orang)
 - Oiling & Verticality : 20 Menit (1 Orang)
 Waktu Efektif Pengecoran :
 - Persiapan/slump : 30 Menit (1 Orang)
 - Proses Pengecoran : 10 Menit (4 Orang)
 - Waktu Curing : 8 Jam (3 Hari 3 kali sehari) 2 Orang
 Waktu Efektif Ereksi : 5-10 Menit (tergantung tinggi)
 Jumlah Kolom Per Lantai : 105
 Waktu 1 lantai kolom : 4 Hari
 Durasi untuk level up : 7 Hari

Cost Analysis

Pekerjaan	Elemen Cost	Value	Satuan
Pembesian	Kebutuhan Baja per Kolom	240	Kg/Kolom
	Penggunaan Kawat ikat besi	12.5:2000	Kg/Kolom
Bekisting	Kebutuhan kayu Bekisting	0.9x4x2.8	M2/Kolom
	Masa penggunaan kayu bekisting	7	Kali Pakai
	Penggunaan Oli Bekisting	200L/7 Lantai	Kolom/Kaleng
Pengecoran	Kebutuhan Readymix kolom	20M3/Zona	M3/Kolom

Risk Analysis

Jenis Resiko	Effect/Impact	Possibilities
Crack Permukaan	Dilapisi kembali dengan material Grouting atau sekitar 10% dari ready mix	5 Kolom Per Lantai
Crack Structural	Dibobok hingga rongga struktur terbuka baru dilakukan pengecoran grouting kembali dengan impact sekitar 25% Beton	2 kali dalam 1 tower
Kerusakan dan Kesalahan Fatal	Harus Dilakukan Penebangan total satu unit kolom kemudian dibuat baru budget 100%	1 Kali Dalam 1 Tower

Form Interview Konvensional (3)*Proyek* : World Class UI*Nara Sumber* : Pak Ahmad*Tanggal* : 20 April 2012*Jabatan* : K. Engineer*Kontraktor* : PT Waskita Karya**Project Analysis**

Project Contract Value : 300 Miliar (6 Gedung)

Project Contract Duration : 9 Bulan

Usual Working Time : 8 Jam

Usual Working Days : 7 Hari

Total Column Project : 66 Kolom per lantai (8 Lantai)

Time Analysis

Waktu Efektif Pembesian : 1 Hari 4 Kolom (per Group)

Waktu Efektif Bekisting : 1 Hari 4 Kolom (per Group)

Waktu Efektif Pengecoran : 8 Jam – 4 Kolom (per Group)

- Waktu Curing : 3 minggu baru dilepas

Durasi untuk level up : 2 Minggu / Lantai (kadang Lebih)

Cost Analysis

Pekerjaan	Elemen Cost	Value	Satuan
Pembesian	Kebutuhan Baja per Kolom	1300-1400	Kg/Kolom
	Penggunaan Kawat ikat besi		Kg/Kolom
Bekisting	Kebutuhan kayu Bekisting	9.88	M2/Kolom
	Masa penggunaan kayu bekisting	3	Kali Pakai
	Penggunaan Oli Bekisting		Kolom/Kaleng
Pengecoran	Kebutuhan Readymix kolom	0.5x0.8x4	M3/Kolom

Form Interview Metode Precast (1)*Proyek* : Rusun Jamsostek*Nara Sumber* : Ibu Nusa*Tanggal* : Tahun 1999-2000*Jabatan* : Pengawas*Kontraktor* : PT Hutama Karya***Project Analysis***

Project Contract Value : 4 LT, 2 Tower, 2800M2

Project Contract Duration : 4 Bulan

Usual Working Time : 8 Jam

Usual Working Days : 6 Hari

Total Column Project : 448 / Lantai

Time Analysis

Waktu Efektif Ereksi : 15 Menit

- Attaching : 30 Detik

- Erecting : 4-5 Menit

- Positioning : 10 Menit

Waktu Efektif Verticality : 20 Menit

- Theodolit Shooting : 10 Menit

- Marking : 5 Menit

- Setting : 5 Menit

Waktu Efektif Installation : 60 Menit

- Beam Locking : 20 Menit

- Joint Welding : 5 Menit

- Joint Grouting : 35 Menit

Jumlah Kolom Per Lantai : 448

Total Waktu 1 lantai : 3 Hari

Durasi untuk level up : 5 Hari

Risk Analysis

Jenis Resiko	Effect/Impact	Possibilities
Memiliki Peluang terjadinya Kerusakan pada saat instalasi	Penebangan Kolom dan Menggantinya dengan yang baru	1 Per Gedung
Resiko kegagalan Struktur	Struktur Rubuh Total	Tidak diketahui, akibat gempa sebagai contoh

Cost Analysis

Penggunaan precast kolom yang cenderung berat memerlukan kapasitas tower crane yang lebih kuat

Catatan Lain Precast

Yang membuat penggunaan precast kolom jarang digunakan adalah tidak adanya standard yang jelas mengenai kekuatan akan respon gabungan struktural pada joint apabila terjadi gempa pada struktur kolom

Form Interview Metode Precast (2)

Proyek : Rusunawa Marunda *Nara Sumber* : Pak Ahmad
Tanggal : Tahun 2007-2008 *Jabatan* : Spv Engineer
Kontraktor : PT Waskita Karya

Project Analysis

Project Contract Value : 50M
Usual Working Time : 8 Jam
Usual Working Days : 6 Hari
Total Column Project : 6 Lantai Memanjang

Time Analysis

Waktu Efektif Ereksi : 10 Menit
- Attaching : 1 Menit
- Erecting : 2 Menit
- Positioning : 5-7 Menit
Waktu Efektif Verticality : 10 Menit
- Theodolit Shooting : 5 Menit
- Marking : 2 Menit
- Setting : 3 Menit
Waktu Efektif Installation : 90 Menit
- Beam Locking : 30 Menit
- Joint Welding : 10 Menit
- Joint Grouting : 50 Menit
Jumlah Kolom Per Lantai :
Total Waktu 1 lantai : 3 Hari
Durasi untuk level up : 6 Hari

Risk Analysis

Jenis Resiko	Effect/Impact	Possibilities
Keterlambatan	Terlambat hingga berjam-jam	Sering sekali terjadi

Catatan Lain Precast

Penggunaan precast kolom sebetulnya dapat sangat mempercepat proses pelaksanaan konstruksi, namun sayangnya tidak adanya standard yang jelas mengenai metode pelaksanaan instalasi precast kolom membuat seringnya terjadi kesalahan pada saat pemasangan sehingga malah memperlama berjalannya proyek, namun bila pelaksanaan dilakukan dengan baik dengan menggunakan precast BCS dapat meningkatkan kapasitas produksi hingga 100% dibandingkan dengan metode konvensional

Form Interview Metode Precast (3)

Proyek : *Pasar Kelapa Gading* *Nara Sumber* : *Pak Untung*
Tanggal : *Tahun 2011* *Jabatan* : *Spv Instalasi*
Kontraktor : *PT Adhimix Precast Indonesia*

Project Analysis

Project Contract Value : 15M
Project Contract Duration : 6 Bulan
Usual Working Time : 8 Jam
Usual Working Days : 6 Hari
Total Column Project : 4 Lantai Memanjang

Time Analysis

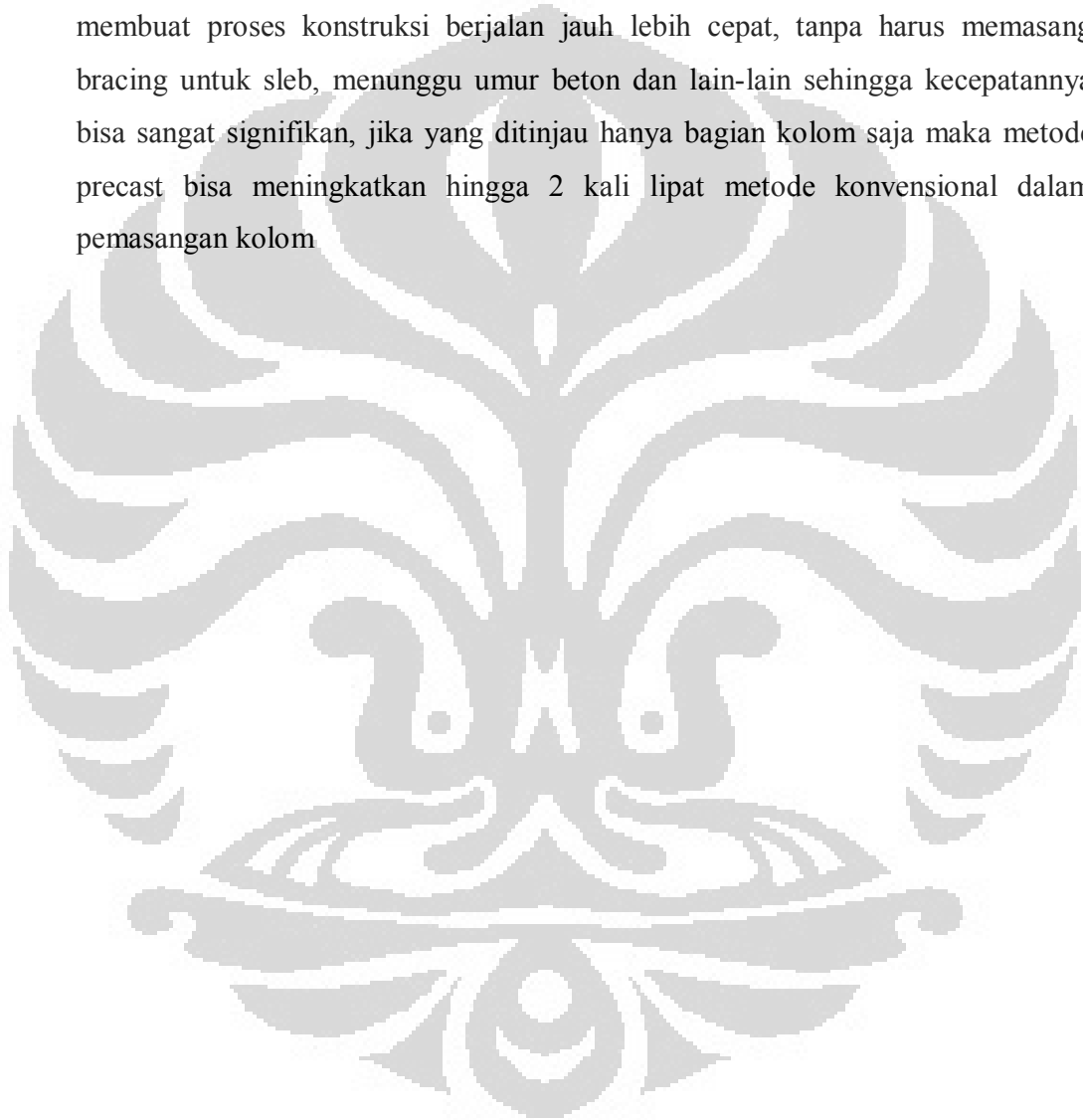
Waktu Efektif Ereksi : 10 Menit
- Attaching : 30 Detik
- Erecting : 3-4 Menit
- Positioning : 4-5 Menit
Waktu Efektif Verticality : 10 Menit
- Theodolit Shooting : 4 Menit
- Marking : 2 Menit
- Setting : 4 Menit
Waktu Efektif Installation : 15 Menit
- Joint Welding : 5 Menit
- Joint Grouting : 10 Menit
Total Waktu 1 lantai : 2 Hari (BCS System)
Durasi untuk level up : 3 Hari

Risk Analysis

Jenis Resiko	Effect/Impact	Possibilities
Kerusakan Joint	Ganti Baru	1 Kali per gedung

Catatan Lain Precast

Pelaksanaan precast kolom dengan menggunakan sistem beam column slab membuat proses konstruksi berjalan jauh lebih cepat, tanpa harus memasang bracing untuk slab, menunggu umur beton dan lain-lain sehingga kecepatannya bisa sangat signifikan, jika yang ditinjau hanya bagian kolom saja maka metode precast bisa meningkatkan hingga 2 kali lipat metode konvensional dalam pemasangan kolom



Form Interview Metode Precast (4)

Proyek : BCS Rusunawa Palembang *Nara Sumber* : Pak Agus
Kontraktor : PT Adhimix Precast Indonesia *Jabatan* : Str. Engineer

Project Analysis

Project Contract Value : 15M
 Project Contract Duration : 6 Bulan
 Usual Working Time : 8 Jam
 Usual Working Days : 6 Hari
 Total Column Project : 8 Lantai

Time Analysis

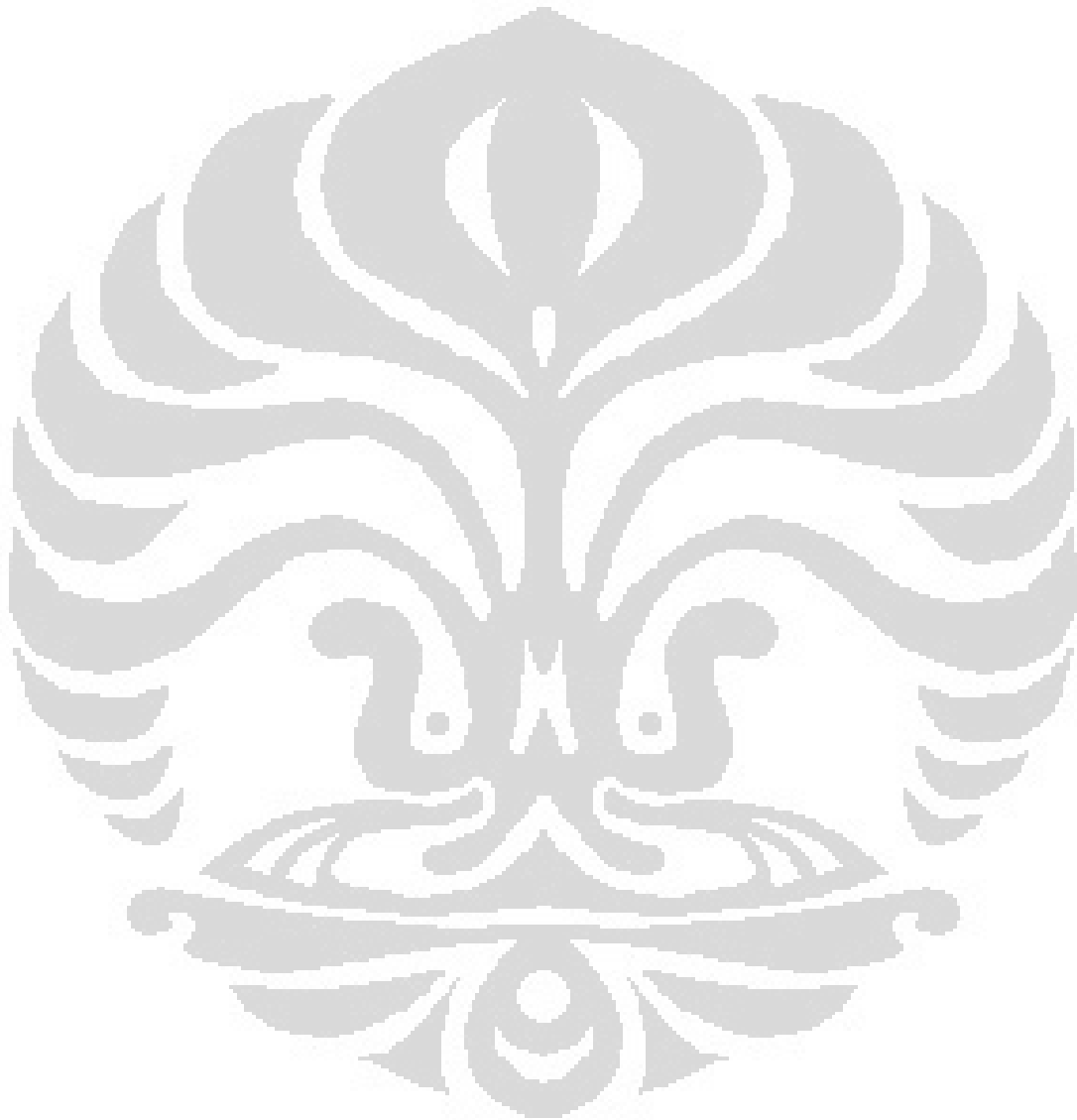
Waktu Efektif Ereksi : 10 Menit
 - Attaching : 30 Detik
 - Erecting : 4-5 Menit
 - Positioning : 4-5 Menit
 Waktu Efektif Verticality : 10 Menit
 - Theodolit Shooting : 5 Menit
 - Marking : 2 Menit
 - Setting : 3 Menit
 Waktu Efektif Installation : 15 Menit
 - Joint Welding : 5 Menit
 - Joint Grouting : 10 Menit
 Total Waktu 1 lantai : 1 Hari (Kolom Precast)
 Durasi untuk level up : 3 Hari (BCS System)

Risk Analysis

Jenis Resiko	Effect/Impact	Possibilities
Kerusakan Joint	Ganti Baru	1 Kali per gedung

Catatan Lain Precast

Siklus Precast kolom dapat dilakukan overlap antara proses ereksi dan proses instalasi sehingga kapasitas produksinya pun bisa ditingkatkan maksimal, dan penggunaan crane tidak perlu hingga kolom terpasang, tapi cukup sampai precast kolom ditahan oleh penyangga bracing



Form Observasi (1)*Proyek : Greenbay Pluit**Tanggal : 25 May 2012**Kontraktor : PT Total Bangun Persada Tbk***Cycle Time Crane**

Attaching	151 Detik
Erecting	3 Detik/Lantai
Swing	45 Detik
Positioning	107 Detik
Deattaching	71 Detik
Installing	- Detik

Manpower & Cost Element

Pembesian	Tukang Besi	8+4 Orang
	Mandor	1 Orang
	Bar Cutter	1 Buah
	Bar Bender	2 Buah
Bekisting	Tukang	3 Orang
	Mandor	- Orang
	Jenis Bekisting Digunakan	Type Kayu Perri
Pengecoran	Tukang	4 Orang
	Mandor	- Orang
	Bucket	1 Buah
	Vibrator	2 Buah
Erection	Operator TC	1 Orang
	Jenis TC Digunakan	Kapasitas 3.6T

Form Observasi (2)

Proyek : World Class UI

Tanggal : 31 May 2012

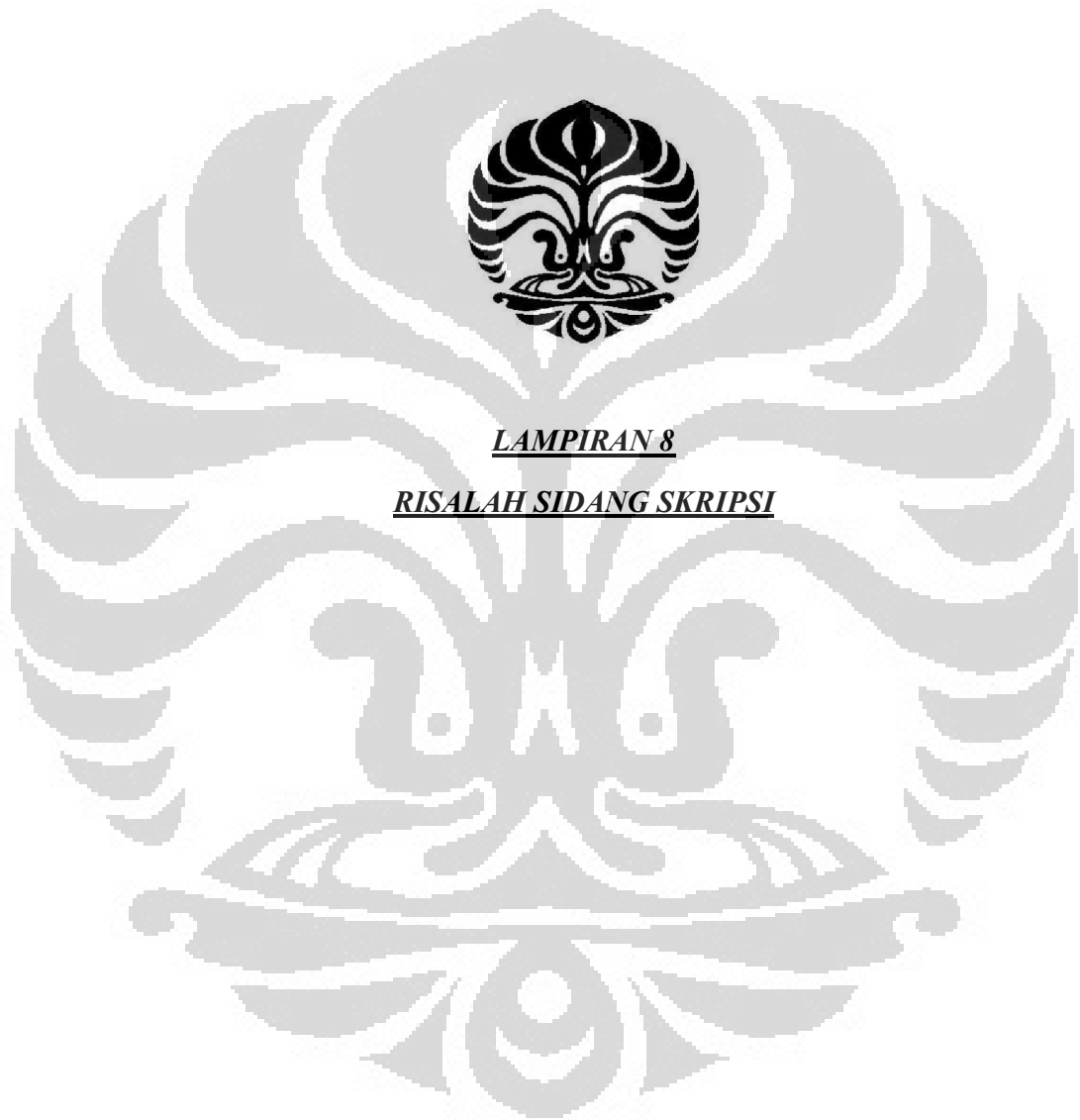
Kontraktor : PT Waskita Karya

Cycle Time Crane

Attaching	142 Detik
Erecting	5 Detik/Lantai
Swing	35 Detik
Positioning	111 Detik
Deattaching	67 Detik
Installing	- Detik

Manpower & Cost Element

Pembesian	Tukang Besi	4+4 Orang
	Mandor	1 Orang
	Bar Cutter	1 Buah
	Bar Bender	2 Buah
Bekisting	Tukang	3 Orang
	Mandor	- Orang
	Jenis Bekisting Digunakan	Type Screening
Pengecoran	Tukang	4 Orang
	Mandor	- Orang
	Bucket	1 Buah
	Vibrator	2 Buah
Erection	Operator TC	1 Orang
	Jenis TC Digunakan	Kapasitas



LAMPIRAN 8

RISALAH SIDANG SKRIPSI



UNIVERSITAS INDONESIA

FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
DEPOK

RISALAH PERBAIKAN SKRIPSI

Dengan ini menyatakan bahwa pada:

Hari : Kamis, 28 Juni 2012

Jam : 12.00 WIB – selesai

Tempat : Ruang K.105 Lt.1 Gedung K. Fakultas Teknik

Telah berlangsung Ujian Skripsi Semester Genap 2011/2012 Program Studi Teknik Sipil, Program Pendidikan Sarjana Reguler, Fakultas Teknik Universitas Indonesia dengan peserta :

Nama : Reza Prastowo

NPM : 0806329552

Judul Skripsi : Analisis Teknologi Metode Precast Kolom Terhadap Efisiensi Waktu dan Biaya Proyek di Indonesia

Tim Penguji

1. Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, MT
2. Ir. Eddy Subiyanto, MT, MM
3. Ir. Agus Saroso, MT
4. Ir. Nur Al Fata, MT


Penyaji	Pertanyaan/Masukan	Koreksi
Ir. Eddy Subiyanto, MM. MT.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tolong jelaskan pada karya tulis ini metode konstruksi yang digunakan sehingga lebih mudah untuk dipahami 2. Uraikan detail gambar dengan keterangan yang lebih jelas sehingga mudah dipahami 3. Coba diperjelas mengenai urutan kerja dalam penulisan skripsi, lalu implementasikan dalam penulisan tersebut 4. Coba perjelas kembali gambar yang telah dibuat, dan gambar yang masih salah tolong diganti saja 5. Referensi yang tidak menunjang dalam penelitian kamu sebaiknya dihapus saja 	<p>Sudah dikerjakan pada halaman 79- 81</p> <p>Sudah dikerjakan pada halaman 87, 90-94, 101-105</p> <p>Sudah dikerjakan pada halaman 50</p> <p>Sudah dikerjakan pada halaman 33, 82, 99</p> <p>Sudah dikerjakan pada halaman 62</p>
Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, MT.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Coba diperhitungkan kembali terkait hasil daripada penelitian ini, karena dirasa tidak masuk akal apabila tidak terdapat break even point pada perbandingan antara metode precast dan metode konvensional yang terkait pada masalah jumlah daripada kolom yang digunakan 2. Harus dipertimbangkan kembali seluruh faktor yang perlu diperhatikan terkait dengan pengaruhnya terhadap biaya keseluruhan proyek 3. Coba diperjelas maksud daripada diagram-diagram yang dikemukakan kemudian dilakukan komparasi sehingga mempermudah untuk terlihat perbedaannya 	<p>Sudah dikerjakan pada halaman 110-113, 117</p> <p>Sudah dikerjakan pada halaman 109</p> <p>Sudah dikerjakan pada halaman 120-122</p>
Ir. Nur Al Fata, MT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Dipertegas mengapa penelitian ini perlu untuk dilakukan, karena itu merupakan landasan dalam sebuah penelitian 2. Mengapa peninjauan yang dilakukan hanya dibatasi pada kolom precast saja tidak secara keseluruhan 3. Tolong berikan acuan yang jelas terhadap teori instalasi kedua metode yang dapat dipertanggungjawabkan 	<p>Sudah dijelaskan pada halaman 1, 2, dan 3</p> <p>Sudah dijelaskan pada halaman 4, 5, dan 6</p> <p>Sudah dikerjakan pada halaman 19-23</p>
Ir. Agus Saroso, MT	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diperbaiki kembali masalah pengurutan penulisan dalam analisa yang telah dibuat agar lebih mudah untuk dimengerti 2. Tambahkan pada rencana proses penelitian terhadap langkah urutan kerja yang dilakukan kemudian sesuaikan dengan penulisan yang dilakukan 	<p>Sudah dikerjakan pada halaman 56-124</p> <p>Sudah Dikerjakan pada halaman 50</p>

Skripsi ini telah selesai diperbaiki sesuai dengan keputusan sidang skripsi Kamis, 28 Juni 2012 dan telah mendapat persetujuan dari dosen dan pembimbing.

Depok, 5 Juli 2012

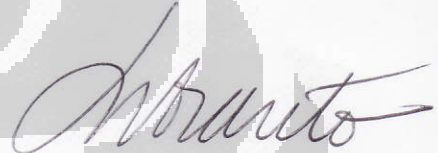
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



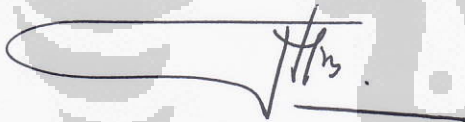
Prof. Dr. Ir. Yusuf Latief, M.T.

Dosen Pembimbing II



Ir. Eddy Subiyanto, M.Sc., M.M.

Dosen Penguji I



Ir. Agus Saroso, MT

Dosen Penguji II



Ir. Nur Al Fata, MT