



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG MENARA RUNGKUT SURABAYA DENGAN MODIFIKASI PELAT HALF SLAB

NAMA MAHASISWA

FARADINA SAFIRAA

NRP. 10111815000041

DOSEN PEMBIMBING I

Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG. DipL.Plg.MRE
NIP. 19610608 198601 1 001

DOSEN PEMBIMBING II

Ir. Sukobar., MT

NIP. 19571201 198601 1 002

PROGRAM SARJANA TERAPAN

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2019



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG MENARA RUNGKUT SURABAYA DENGAN MODIFIKASI PELAT HALF SLAB

NAMA MAHASISWA

FARADINA SAFIRAA

NRP. 10111815000041

DOSEN PEMBIMBING I

**Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG. DipL.Plg.MRE
NIP. 19610608 198601 1 001**

DOSEN PEMBIMBING II

Ir. Sukobar., MT

NIP. 1957120 1198601 1 002

PROGRAM SARJANA TERAPAN

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

FAKULTAS VOKASI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2019



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

FINAL PROJECT PROPOSAL- VC 181819

**DURATION AND COST ESTIMATION OF STRUCTURE IMPLEMENTATION
BUILDING MENARA RUNGKUT SURABAYA WITH HALF SLAB
MODIFICATION**

STUDENT

FARADINA SAFIRAA

NRP. 10111815000041

SUPERVISOR I

**Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG. DipL.Plg.MRE
NIP. 19610608 198601 1 001**

SUPERVISOR II

Ir. Sukobar., MT

NIP. 1957120 1198601 1 002

BACHELOR OF APPLIED ENGINEERING

DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING

FACULTY OF VOCATION

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2019

LEMBAR PENGESAHAN

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG MENARA RUNGKUT SURABAYA DENGAN MODIFIKASI PELAT HALF SLAB

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Terapan

Pada

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :


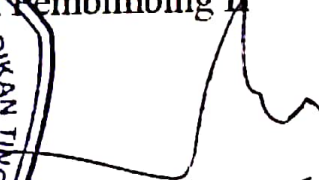
Mahasiswa,



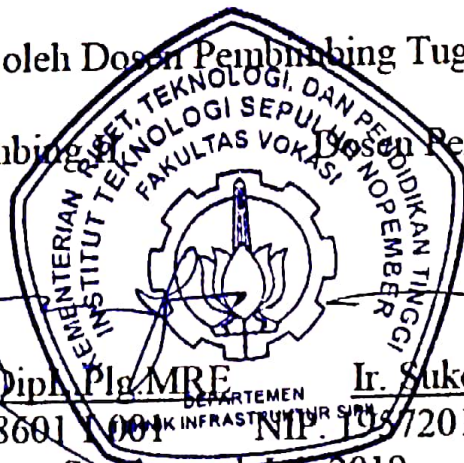
Faradina Safiraa

NRP. 10111815000041

Disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :

Dosen pembimbing I :  Dosen Pembimbing II : 

16 JUL 2019



Ir. A. Yusuf Z., PG. Dipk. Plg. MRE

Ir. Sukobar., M.T

NIP. 19610608 198601 1001

NIP. 1957201 198601 1 002

Surabaya, 1 Juli 2019



BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 44852/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2019

Tanggal : 01/07/2019

Judul Tugas Akhir Terapan	Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Menara Rungkut Surabaya Dengan Modifikasi Pelat Half Slab		
Nama Mahasiswa	Faradina Safiraa	NRP	10111815000041
Dosen Pembimbing 1	Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG.DipL.Plg.MRE NIP. 19610608 198601 1 001	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	Ir. Sukobar, MT. NIP. 19571201 198601 1 002	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> - Apa pertimbangan memakes half slab (Hast 1) - Bagaimana pekerjaan persiapan kerja proyek ini - Bandingkan dengan Permen Pdt HSPK Subbagas (loop) - Knp dijadi pembedaan pada harga satuan (loop) - Cdk faktor Sprak tanyaran mngkn ke 2 cek pada logika butir (loop)? 	 Ir. Sulghan Arifin, M.Eng NIP. 19571119 198503 1 001
<ul style="list-style-type: none"> - Apa beda antara half slab & konvensional (Hast) - Keunggulan & cdk jelaskan cdk, pelaksanaan - Apa cdk di lantiran parts → biaya juga slab - mengaitkan (loop) - Alasan untuk pangsangntan (loop) - Tolong track pelaksanaan pekerjaan apa saja (loop) 	 Ir. Imam Prayogo, MMT NIP
	NIP
	NIP

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Sulghan Arifin, M.Eng NIP. 19571119 198503 1 001	Ir. Imam Prayogo, MMT		

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 2	Dosen Pembimbing 1
	Ir. Sukobar, MT. NIP. 19571201 198601 1 002	Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG.DipL.Plg.MRE NIP. 19610608 198601 1 001



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. Paradina Safira 2
NRP : 1 10111815000041 2
Judul Tugas Akhir : Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Menara Rungkut Surabaya dengan Modifikasi Plat Half Club
Dosen Pembimbing : Bapak. A. Yusuf, Zuhdy

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	28 Feb. 2019	- Perhitungan volume disesarkan - Membawa contoh perhitungan volume		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	13 Maret 2019	- Metode pelaksanaan pada bab IV - Pada poin halfslab yang di detailkan - Metode pelaksanaan dirinc: dahulu baru membuat NP		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	5 Maret 2019 Apr	- Metpel di cross check dengan kuitan - Bab II di diberi deskripsi: tiap bab - Penjadwalan ditambahkan pada bab II		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	23 April 2019	- Bab II berisi dari data sampai tujuan - Bab I - V foreznnya - Banyak tipe plat untuk halfslab tidak ada		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	19 Mei 2019	- Bab V, langsung diberi biaya - Pekerjaan persiapan tetap dikasih - Untuk K3 nya pengendaliannya Soal, gak pake biaya dan untuk Setup Pekerjaan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

B
C

= Lebih cepat dari jadwal
= Sesuai dengan jadwal
= Tertinggal dari jadwal



KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116
Telp. 031-5947637 Fax. 031-5938025
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Farodino Sofroq 2
NRP : 1 10111815000041 2
Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing : Ir. Achmad Juruf Zuhdy, P6. Dipl. P19., MRE

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
6.	29 Mei 2019	• Pekerjaan persiapan diperbaiki, disesuaikan dimensi kayu yang dengan kebutuhan • Harga pekerja tidak ada mengu. nakan HSD		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	11 Juni 2019	• Tidak usah Paikr kembalikan • Kalo tidak butuh Paicak tidak apa • Dikurva p. dibulatkan		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.

- B = Lebih cepat dari jadwal
C = Sesuai dengan jadwal
K = Terlambat dari jadwal





ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Faradina Sofrao 2
 NRP : 1 101181500041 2
 Judul Tugas Akhir :

Dosen Pembimbing :

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	26 Feb 19	Membuat manajemen site, dimas TC, Tabraks, prrcast, stek pancang, Metode pelaksanaannya di fixkan		B	C	K
2.	12 Mar 19	- pekerjaan persiapan tetap di trah yang penting 2, seperti pengaluran, direksi keet		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- NP tidak di zona, pada perhitungan sata		B	C	K
		- Halfslab dimasukkan ke dummy untuk pengangkatan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Axis selanjutnya membawa CPM, Perhitungan volume, produktifitas		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	15 Maret 19	- Pematangan kepala tiang pancang dilakukan setelah pembuatan lantai kerja		B	C	K
		- kalo CPM di zona, kalo saling ketergantungan, salahsatu di dummy		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Pada saat perhitungan kasar, keef. tetap dimasukkan		B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Ket.
 B = Lebih cepat dari jadwal
 C = Sesuai dengan jadwal
 K = Terlambat dari jadwal



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Faradina Safira 2
NRP : 1 1011815000041 2
Judul Tugas Akhir : Perhitungan Durosi dan Biaya Pelaksanaan Struktur
 Gedung Menara Rungkut Surabaya dengan modifikasi
 Half-slab
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar .MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4.	2 Mei 2019	• 2-3 orang → 1 alat		B	C	K
		• Mandor dibag. difabrikasi dan pemasangan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Reparasi 1/3 kersakan tap dipata		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Ukuran halfslab tidak apa banyak tipe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Harga tetap harga survey		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	16 Mei 2019	• Bisa Platnya 2 ways, harus ada jarak antaranya 30d		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Platnya tidak apa diwet praktis		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Kalo ada shearconnector, tetap ada tungan diatasnya		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	24 Mei 2019	• Diameternya kalo bisa min. 10 mm		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Untuk bekisting, dikira-kira untuk beberapa jenis item. Tergantug kapasitasnya		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Tidak perlu membuat AHSP, tidak perlu mengonalisa logr. Langsung pake HSPK HSPK koef.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Harga halfslab tetap dihitung manual → asumsi		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		• Tenaga kerjanya diasumsikan seperti pasang		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



ABSTRAK

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG MENARA RUNGKUT SURABAYA DENGAN MODIFIKASI PELAT HALF SLAB

Mahasiswa : Faradina Safiraa
NRP : 10111815000041
Jurusan : Teknik Infrastruktur Sipil
Program D-IV Lanjut
Jenjang FV - ITS
Dosen Pembimbing I: Ir. A.Yusuf Z.,PG.DipL.Plg.MRE
NIP : 19610608 198601 1 001
Dosen Pembimbing II: Ir Sukobar., MT
NIP : 19571201 198601 1 002

Pembangunan dalam bidang konstruksi di Indonesia dari tahun ke tahun semakin berkembang baik dari segi desain maupun sistem konstruksi yang digunakan. Beberapa sistem tersebut antara lain sistem konvensional dan precast. Pada tugas akhir ini akan dilakukan perubahan metode pelat dari sistem konvensional menjadi precast Half Slab pada proyek Menara Rungkut Surabaya dari segi waktu dan biaya.

Biaya pelaksanaan dihitung berdasarkan analisa di lapangan melalui survey baik secara langsung maupun melalui peralatan, serta didapatkan dari beberapa literatur. Waktu pelaksanaan dihitung berdasarkan metode pelaksanaan yang digunakan, dan analisa mengenai kapasitas produksi, produktivitas, dan perhitungan durasi pekerjaan.

Sehingga dengan metode pelaksanaan yang tepat maka dihasilkan perhitungan waktu dan biaya yang efektif. Untuk penyusunan jadwal tiap item pekerjaan dilakukan dengan bantuan software Microsoft Project. Hasil akhir pada tugas akhir ini adalah rekapitulasi biaya, metode pelaksanaan yang digunakan, durasi pelaksanaan proyek, serta kuva S.

Dari analisa, didapatkan durasi 249 hari kerja biaya pelaksanaan sebesar Rp. 13,635,202,022.47

Kata kunci : rencana anggaran biaya pelaksanaan, analisa, metode half slab

ABSTRACT

DURATION AND COST ESTIMATION OF STRUCTURE IMPLEMENTATION BUILDING MENARA RUNGKUT SURABAYA WITH HALF SLAB MODIFICATION

Student : Faradina Safiraa
NRP : 10111815000041
Course : *Bachelor of Applied Engineering*
Department of Civil Infrastructure
Engineering
Supervisor I : Ir. A.Yusuf Z.,PG.DipL.Plg.MRE
NIP : 19610608 198601 1 001
Supervisor II : Ir Sukobar., MT
NIP : 19571201 198601 1 002

Development in the construction field in Indonesia from year to year is increasing both in terms of design and construction systems used. Some of these systems include conventional and precast systems. In this final project, the plate method from the conventional system will be changed to become Half Slab in Surabaya Rungkut Tower in terms of time and cost.

Implementation costs are calculated based on analysis in the field through surveys both direct and through equipment, and obtained from several literature. Implementation time is calculated based on the used of implementation method, and analysis of production capacity, productivity, and calculation of the duration of work.

So with the right implementation method, it will produce an effective time and cost calculations. For the preparation of the schedule of each work item carried out with the help of Microsoft Project software. The final results in this final project is cost recapitulation, implementation method used, duration of project implementation, and S curve.

From the analysis, it was found that the duration of 249 working days was Rp. 13,635,202,022.47

Key word : budget plan for implementation, analysis, half slab method.

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT, yang atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penyusun dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Dalam kesempatan ini, penyusun tak lupa mengucapkan terimakasih kepada:

1. Kedua orang tua, saudara – saudara tercinta, sebagai semangat, dan yang telah banyak memberi dukungan moril maupun materil, terutama doa.
2. Dr. Machsus Fawzi, S.T., M.T., selaku ketua program studi Teknik Infrastruktur Sipil ITS.
3. Ir. Akhmad Yusuf Zuhdy, PG. DipL.Plg.MRE dan Ir. Sukobar, MT selaku dosen pembimbing proposal tugas akhir yang telah banyak memberi bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan tugas akhir.
4. Dosen-dosen yang telah memberikan ilmunya pada kami.
5. Serta semua pihak yang telah membantu penyusun dalam menyelesaikan Tugas Akhir kami.

Disadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini terdapat kekurangan dan masih jauh dari kata sempurna, untuk itu diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan Tugas Akhir ini.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
<i>ABSTRACT</i>	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Batasan Masalah.....	2
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Uraian Umum.....	5
2.2 Konsep dan Dasar Teori.....	5
2.2.1 Pelat Lantai	5
2.2.2 Beton Konvensional.....	8
2.2.3 Beton Fabrikasi	9
2.3 Item Pekerjaan.....	12
2.3.1 Pekerjaan Persiapan	12
2.3.2 Pekerjaan Pondasi	17
2.3.3 Pekerjaan Galian Pilecap dan Sloof ..	20
2.3.4 Pekerjaan Lantai Kerja.....	21
2.3.5 Pekerjaan Bekisting	22

2.3.6	Pekerjaan Pembesian.....	29
2.3.7	Pekerjaan Half Slab.....	34
2.3.8	Pekerjaan Pengangkatan dengan Tower Crane 37	
2.3.9	Pekerjaan Pengecoran	39
A.	Volume Pengecoran.....	44
B.	Durasi Pengecoran	44
2.3	Penjadwalan Proyek	50
2.3.4	<i>Work Breakdown Structure (WBS)</i> ...	51
2.3.5	<i>Precedence Diagramming Method (PDM)</i> 51	
2.3.6	Kurva S	54
2.4	Quality Control.....	55
2.4.4	Beton Ready Mix	55
2.4.5	Besi Tulangan	56
2.4.6	Bekisting	57
2.5	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	57
BAB III METODOLOGI.....		60
3.1	Uraian Umum.....	60
3.2	Flowchart	63
BAB IV DATA PROYEK, METODE PELAKSANAAN, PENGENDALIAAN MUTU DAN K3		64
4.1	Data Umum Proyek.....	64
4.2	Data Fisik Bangunan	64

4.2.1	Pembagian Zona.....	64
4.2.2	Tiang Pancang.....	65
4.2.3	Pile Cap.....	65
4.2.3	Sloof.....	66
4.2.4	Kolom	67
4.2.5	Balok	68
4.2.6	Shear Wall.....	68
4.3	Data Material Bangunan.....	71
4.4	Data Perhitungan Volume	71
4.5	Tahapan Pelaksanaan	86
4.5.1	Pekerjaan Persiapan	86
4.5.2	Pondasi	87
4.5.3	Pile Cap.....	88
4.5.4	Sloof.....	88
4.5.5	Kolom dan Shearwall.....	89
4.5.6	Balok.....	91
4.5.7	Pelat Half Slab	91
4.6	Pengendalian Mutu (<i>Quality Control</i>).....	92
4.6.1	Beton <i>Ready Mix</i>	92
4.6.2	Bekisting Beton.....	96
4.6.3	Besi Beton.....	97
4.6.4	Pelaksanaan Pengecoran	98
4.6.5	Perawatan Beton	98

4.7	Kesehatan dan Keselamatan Kerja	99
4.7.1	Umum.....	99
4.7.2	Pekerjaan Pembesian.....	103
4.7.3	Pekerjaan Bekisting.....	104
4.7.4	Pekerjaan Pengecoran	105
4.7.5	Pekerjaan Pembongkaran Bekisting	105
4.7.6	Pekerjaan Half Slab.....	106
4.7.7	K3 Tower Crane.....	107
BAB V PERENCANAAN HALF SLAB		109
5.1	Data Perencanaan Dimensi Half Slab	109
5.2	Perencanaan Pelat.....	110
5.2.1	Perhitungan Pelat	110
2.2.1	Pembebanan Pelat Lantai	111
2.2.2	Kondisi Saat Pengangkatan.....	112
2.2.3	Kondisi Sebelum Komposit	118
2.2.4	Kondisi Setelah Komposit	123
BAB VI PERHITUNGAN DURASI DAN BIAYA PELAKSANAAN		132
6.1	Pekerjaan Persiapan.....	132
6.1.1	Pekerjaan Pengukuran/Uitzet.....	132
6.1.2	Pekerjaan Bowplank	134
6.1.3	Pekerjaan Pemagaran	137
6.2	Pekerjaan Struktur Bawah.....	141
6.2.1	Pekerjaan Pemancangan.....	141

6.2.2	Pekerjaan Galian	144
6.2.3	Pekerjaan Lantai Kerja.....	148
6.2.4	Pekerjaan Pecah Kepala Tiang Pancang	151
6.2.5	Pekerjaan Pilecap	151
6.2.6	Pekerjaan Sloof	161
6.2.7	Pekerjaan Kolom dan Shearwall	168
6.2.8	Pekerjaan Urugan	179
6.3	Pekerjaan Struktur Atas.....	181
6.3.4	Pekerjaan Tangga.....	181
6.3.5	Pekerjaan Balok	187
6.3.6	Pekerjaan Pengadaan dan Pengangkatan Halfslab	194
6.3.7	Pekerjaan Pembesian Over Topping	195
6.3.8	Pekerjaan Pengecoran Tangga , Balok dan Pelat	198
BAB VII PENUTUP.....		203
7.1	Kesimpulan.....	203
7.2	Saran.....	203
DAFTAR PUSTAKA		205
BIODATA PENULIS		207

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1. Detail Panjang Penyaluran Kait Standar ...	31
Gambar 2. 2 Titik Pengangkatan.....	35
Gambar 2. 3. Concrete Pump Model IPF90B – 5N2	39
Gambar 2. 4. Tower Crane POTAIN MC 310.....	42
Gambar 2. 5. Grafik Delivery Capacity	45
Gambar 2. 6. Grafik hubungan antara <i>Delivery Capacity</i> dan jarak transport pipa vertikal	46
Gambar 2. 7. Uji diameter fisik dan Uji tarik	57
Gambar 2. 8. Alat Pelindung Diri	58
Gambar 4. 1 Pembagian Zona.....	64
Gambar 4. 2 Pemagaran Sekitar Lokasi Proyek.....	86
Gambar 4. 3Pemasangan Bouwplank	87
Gambar 4. 4 Test Slump	93
Gambar 4. 5 Kerucut Abraham	94
Gambar 4. 6 Alat Tes Uji Tekan	95
Gambar 4. 7 Warna pada Simbol K3	99
Gambar 4. 8Alat Pelindung Diri	102
Gambar 4. 9Alat Pemandam Api	103

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Jam Kerja yang Diperlukan Setiap 2,36 m ³ Konstruksi Ringan.....	13
Tabel 2. 2. Jam Kerja yang Diperlukan untuk Pemasangan Papan Kasar	14
Tabel 2. 3. Data Produktifitas Galian.....	17
Tabel 2. 4. Kapasitas angkut, jarak ekonomis, waktu memuat dan membongkar serta kecepatan angkut	18
Tabel 2. 5. Keperluan mortar untuk 1000 buah batako, dengan tebal dinding 1 ½ batu (± 30cm)	23
Tabel 2. 6. Bahan yang digunakan untuk campuran 1 m ³ mortar atau spesi yang terdiri dari semen dan pasir	23
Tabel 2. 7. Keperluan tenaga kerja untuk pemasangan concrete block.....	24
Tabel 2. 8. Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10 m ²	26
Tabel 2. 9. Daftar Waktu Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² 28	
Tabel 2. 10. Detail Kait dan Penyaluran Kait Standar	30
Tabel 2. 11. Detail Kait untuk Senggang	31
Tabel 2. 12. Daftar Besi Tulangan dan Ukurannya Dalam mm yang Terdapat Dipasaran	32
Tabel 2. 13. Daftar Waktu untuk Membuat 100 Buah Bengkokan dan Kaitan Tulangan	33
Tabel 2. 14. Daftar Waktu yang Dibutuhkan Buruh Memasang 100 Buah Batang Tulangan.....	33
Tabel 2. 15. Spesifikasi Concrete Pump Model IPF90B-5N21.	40
Tabel 2. 16. Spesifikasi Tower Crane POTAIN MC 310.43	
Tabel 4. 1 Jumlah Pondasi Tiang Pancang	65
Tabel 4. 2 Jumlah Pile Cap	65
Tabel 4. 3 Jumlah Sloof	66
Tabel 4. 4 Jumlah Kolom Lantai 1	67

Tabel 4. 5 Jumlah Kolom Lantai 2-9	67
Tabel 4. 6 Jumlah Balok.....	68
Tabel 4. 7 Jumlah Shear Wall Lantai 1	69
Tabel 4. 8 Jumlah Shear Wall Lantai 2-9	70
Tabel 4. 9 Data Material Bangunan.....	71
Tabel 4. 10 K3 pada Halfslab	106
Tabel 5. 1 Rekapitulasi Tipe Pelat Zona 1.....	109
Tabel 5. 2 Rekapitulasi Tipe Pelat Zona 2.....	109
Tabel 5. 3. Rekapitulasi penulangan One Way	129
Tabel 5. 4. Rekapitulasi penulangan Two Way.....	129
Tabel 6. 1 Kapasitas Kerja Pengukuran.....	132
Tabel 6. 2 Jumlah Kebutuhan Pancang	141
Tabel 6. 3 Simulasi Kombinasi Excavator dan Dumptruck	147
Tabel 6. 4 Jumlah Kebutuhan Pilecap	152
Tabel 6. 5 Jumlah Kebutuhan Kolom Zona 1	168
Tabel 6. 6 Jumlah Kebutuhan Kolom Zona 2.....	169
Tabel 6. 7 Jumlah Kebutuhan Shearwall Zona 2.....	170
Tabel 6. 8 Kebutuhan Bekisting Kolom dan Shearwall	175
Tabel 6. 9 Kebutuhan Biaya Halfslab Zona 1.....	194
Tabel 6. 10 Rekap Biaya	200
Tabel 6. 11 Rekap Durasi	201

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada suatu proyek perhitungan waktu pelaksanaan dan rencana anggaran biaya pelaksanaan merupakan bagian terpenting dalam manajemen konstruksi proyek secara keseluruhan, karena dengan adanya manajemen proyek ini, maka dapat direncanakan secara teliti dan cermat kinerja proyek dengan dilihat dari indikator waktu dan biaya pelaksanaan proyek. Sehingga pekerjaan dilapangan dapat terarah dan sesuai dengan rencana yang telah disepakati dari kontrak awal.

Dalam menentukan manajemen konstruksi, terdapat beberapa metode pelaksanaan yang dapat digunakan untuk mendapatkan biaya dan waktu yang paling efektif dan efisien, salah satunya pergantian pelat dari metode pemasangan konvensional menjadi metode pemasangan *precast half slab*.

Menurut Afandi (2004) terdapat beberapa perbedaan antara sistem konvensional dengan pracetak. Kekurangan dalam konvensional diantaranya membutuhkan waktu pelaksanaan konstruksi lebih lama, karena masing-masing elemen struktur yang saling ketergantungan harus dikerjakan secara berurutan, mutu kurang terjamin, terutama permukaan betonnya tidak sehalus beton *precast*, membutuhkan banyak bekisting dan pekerja, tergantung cuaca, sangat tergantung keahlian pelaksana. Kelebihan sistem pracetak dibanding sistem konvensional yaitu memiliki keunggulan lebih ekonomis dalam penggunaan bekisting, mutu lebih terjamin karena dikerjakan di pabrik dengan pengawasan yang baik, tidak terlalu terpengaruh kondisi cuaca, produktivitas lebih tinggi.

Dengan digunakannya metode *precast half slab* diharapkan akan menghemat penggunaan material kayu sebagai bekisting, karena *precast concrete half slab* juga

berfungsi sebagai *working platform* pada pekerjaan pelat lantai.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Menara Rungkut Surabaya Dengan Modifikasi Pelat Half Slab”, rumusan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut

1. Bagaimana merencanakan metode pelaksanaan dengan pelat *precast half slab* ?
2. Bagaimana merencanakan waktu pelaksanaan pada pembangunan Gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya dengan menggunakan pelat *precast half slab* ?
3. Bagaimana menghitung Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) Gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya dengan menggunakan pelat *precast half slab* ?

1.3 Tujuan

Dalam tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Menara Rungkut Surabaya Dengan Modifikasi Pelat *Half Slab*”, tujuan yang dibahas adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui berapa biaya yang diperlukan dalam pelaksanaan pembangunan Gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya dengan metode *precast*.
2. Mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam menyelesaikan pembangunan Gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya dengan metode *precast*.
3. Untuk mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan pada proyek Gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya dengan menggunakan *precast half slab*.

1.4 Batasan Masalah

Dalam tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Menara Rungkut Surabaya Dengan Modifikasi Pelat *Half Slab*”, batasan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut :

1. Metode pelaksanaan beton *precast* digunakan untuk pekerjaan pelat saja.

2. Pada tugas akhir ini, hanya akan mengkaji mengenai analisis metode pelaksanaan dengan pelat *precast half slab* dari segi waktu dan biaya dalam pembangunan Gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya.
3. Tidak menghitung analisa struktur yang ditimbulkan pada pergantian metode pengecoran beton *precast*.
4. Harga dasar bahan untuk setiap menggunakan harga di lapangan.
5. Aspek K3 hanya ditinjau secara umum.
6. Hanya meninjau 8 lantai

1.5 Manfaat

Dalam tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Waktu Dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Menara Rungkut Surabaya Dengan Modifikasi Pelat *Half Slab*”, batasan masalah yang dibahas adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui dasar perhitungan dalam perencanaan gedung menggunakan *metode half slab*.
2. Sebagai bahan acuan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya dalam ilmu manajemen proyek dan dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Uraian Umum

Manajemen konstruksi merupakan suatu cara atau metode untuk mengelola aspek-aspek manajerial terkait dengan bangunan / infrastruktur yang dibatasi oleh waktu dan biaya dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif melalui tindakan-tindakan perencanaan (*planning*), penjadwalan (*schedule*), pelaksanaan (*action*), serta dalam pengawasan (*controlling*) suatu pihak. [1]

Manajemen konstruksi mengacu pada bagaimana sumber daya tersedia bagi manajer sehingga dapat diaplikasikan dengan baik pada suatu proyek konstruksi. Biasanya, pada saat kita berbicara mengenai sumber daya untuk konstruksi, maka terdapat 5M yang ada pada setiap perencanaan manajemen konstruksi yaitu : [1]

1. Manpower (tenaga kerja);
2. Machiners (alat dan peralatan);
3. Material (bahan bangunan);
4. Money (uang);
5. Method (metode).

2.2 Konsep dan Dasar Teori

2.2.1 Pelat Lantai

Menurut Ervianto (2006), Pelat lantai merupakan struktur tipis yang dibuat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horizontal dan beban yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut sehingga pada bangunan gedung pelat ini berfungsi sebagai diafragma atau unsur pengaku horizontal yang sangat bermanfaat untuk mendukung ketegaran balok portal. Dalam perencanaannya, pelat lantai harus dibuat rata, kaku dan lurus agar pengguna gedung dapat dengan mantap memijakan kakinya. Hal-hal yang diperhitungkan mencakup beban tetap saja yang bekerja dalam waktu yang lama. Hal lain seperti beban tak terduga gempa, angin, getaran, dll. tidak diperhitungkan.

Pelat lantai dapat dibedakan menjadi dua jenis, yaitu pelat satu arah dan pelat dua arah. Pelat lantai satu arah hanya ditumpu pada kedua sisi yang berseberangan dan memiliki bentang panjang (l_y) dua kali atau lebih besar dari pada bentang pendek (l_x). Sedangkan pelat dua arah ditumpu oleh balok pada kedua sisinya dan perbandingan antara bentang panjangnya (l_y) dan bentang pendeknya (l_x) kurang dari dua.

Ada pun metode yang akan dibahas pada kasus ini, yaitu metode *half slab* pracetak.

Menurut Romi (2016), Metode *half slab* adalah metode pekerjaan pelat lantai yang separuh struktur pelat lantainya dikerjakan dengan sistem precast dan separuhnya lagi dengan cara pengecoran ditempat. Bagian precast bisa dibuat di pabrik atau tempat fabrikasi yang telah disediakan di area proyek lalu dikirim ke lokasi pemasangan untuk dipasang, selanjutnya dilakukan pemasangan besi tulangan bagian atas lalu dilakukan pengecoran separuh pelat ditempat. Kelebihan dari metode ini yaitu dapat mengurangi waktu pengerjaan dan biaya pengeluaran khususnya penekanan pada biaya kebutuhan bekisting.

Sebagai elemen struktur yang langsung mendukung beban penghuni sebuah bangunan gedung, pelat lantai harus sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. Adapun tahap perhitungan *half slab* menurut adalah sebagai berikut :
[2]

A. Penulangan Pelat

Perhitungan penulangan akan direncanakan dalam dua tahap yaitu tahap pertama penulangan sebelum komposit dan kedua penulangan setelah komposit. Untuk kemudian dipilih tulangan yang layak untuk digunakan, yang memperhitungkan tulangan yang paling kritis diantara kedua kondisi di atas. [2]

Tahapan yang akan digunakan untuk menentukan penulangan lentur pelat antara lain :

- a. Menentukan data data d , F_y , F'_c dan M_u

- b. Menentukan batasan rasio tulangan dan menghitung rasio tulangan yang disyaratkan sebagai berikut :

Tabel 1. 1. Rasio Penulangan Pelat

Sumber	Persamaan
SNI 03-2847-2013 pasal 10.5.1	$\rho = \frac{1,4}{f_y}$
SNI-03-2847-2013 Lampiran B.8.4.2	$\rho_b = \frac{0,85 \cdot \beta_1 \cdot f_c''}{f_y} \left(\frac{600}{600 + f_y} \right)$
SNI-03-2847-2013 Lampiran B.10.3.3	$\rho_{\max} = 0,75 \cdot \rho_b$
Wang, C. Salmon hal. 55 pers.3.8.4.a	$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'}$
Wang, C. Salmon hal. 55 pers.3.8.4.a	$\rho = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2mRn}{f_y}} \right)$

Berdasarkan SNI 03-2847-2013 pasal 10.5 (3) Jika perlu ρ perlu < ρ_{\min} maka ρ perlu dinaikkan 30%, sehingga:

$$\rho \text{ pakai} = 1,3 \times \rho_{\text{perlu}}$$

- c. Menentukan Luas Tulangan (A_s) dari ρ yang didapatkan berdasarkan Wang (1998)

$$A_s = \rho \text{ perlu} \times b \times d$$

Keterangan :

F_y = kuat leleh baja non prategang (Mpa)

f_c = kuat tekan beton (Mpa)

M_u = momen terfaktor (Nmm)

P_b = rasio tegangan yang memberikan
tegangan \ seimbang

$$\beta = 0,85$$

ρ_{perlu} = rasio tulangan yang diperlukan

ρ_{max} = rasio tulangan yang maksimal

ρ_{min} = rasio tulangan yang minimum

2.2.2 Beton Konvensional

Menurut Ervianto (2006), beton konvensional adalah suatu komponen struktur yang paling utama dalam sebuah bangunan. Suatu struktur kolom dirancang untuk bisa menahan beban aksial tekan. Beton konvensional dalam pembuatannya direncanakan terlebih dahulu, semua pekerjaan pembetonan dilakukan secara manual dengan merangkai tulangan pada bangunan yang dibuat. Pembetonan konvensional memerlukan biaya bekisting, biaya upah pekerja yang cukup banyak.

Adapun keunggulan dari beton konvensional

1. Mudah dan umum dalam pengerjaan di lapangan
2. Mudah dibentuk dalam berbagai penampang
3. Perhitungan relatif mudah dan umum
4. Sambungan balok, kolom dan pelat lantai bersifat monolit (terikat penuh).

Beton konvensional mempunyai kelemahan-kelemahan sebagai berikut:

1. Diperlukan tenaga buruh lebih banyak, relatif lebih mahal.
2. Pemakaian bekisting relatif lebih banyak
3. Pekerjaan dalam pembangunan agak lama karena pengerjaannya berurutan saling tergantung dengan pekerjaan lainnya.
4. Terpengaruh oleh cuaca, apa bila hujan pengerjaan pengecoran tidak dapat dilakukan.

2.2.3 Beton Fabrikasi

Beton fabrikasi tidak berbeda dengan beton biasa. Beton fabrikasi dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur bangunan pada suatu tempat atau lokasi yang berbeda dengan lokasi dimana elemen struktur tersebut akan digunakan. Teknologi pracetak ini dapat diterapkan pada berbagai jenis material, yang salah satunya adalah material beton. [3]

Pada elemen balok dapat diproduksi dengan berbagai bentang dan maca bentuk penampangnya. Penentuan bentuk penampang dari sebuah balok dipengaruhi oleh sistem yang akan digunakan, misalnya sistem sambungan antar balok dan pelat lantai, sistem sambungan antar balok dengan kolom. [3]

Elemen pelat lantai merupakan elemen struktur yang langsung mendukung beban pengguna sebuah bangunan gedung, pelat lantai harus sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. Eksistensi pelat lantai dalam bangunan tinggi membutuhkan material hingga 50% dari kebutuhan total material elemen struktur. Oleh karena itu pelat lantai merupakan elemen yang penting untuk dikaji guna mendapat metode pengadaan yang efisien. [3]

Beton fabrikasi dihasilkan dari proses produksi dimana lokasi pembuatannya berbeda dengan lokasi dimana elemen struktur yang akan digunakan, (Ervianto, 2006). Adapun keunggulan dari beton pabrikasi:

1. Kecepatan dalam pelaksanaan pembangunannya.
2. Dicapainya tingkatan fleksibilitas dalam proses perancangannya.
3. Pekerjaan di lokasi proyek menjadi lebih sederhana.
4. Mampu mereduksi biaya konstruksi.

Teknologi beton pracetak mempunyai kelemahan kelemahan sebagai berikut:

1. Kerusakan yang mungkin timbul selama proses transportasi

2. Dibutuhkan peralatan lapangan dengan kapasitas angkat yang cukup untuk mengangkat komponen konstruksi dan menempatkannya pada posisi tertentu.
3. Munculnya permasalahan teknis dan biaya yang dibutuhkan untuk menyatukan komponen-komponen beton pabrikasi.
4. Diperlukan gudang yang luas dan fasilitas curing.
5. Diperlukan perencanaan yang detail pada bagian sambungan.
6. Diperlukan lapangan yang luas untuk produksi dalam jumlah yang besar.

Dengan kondisi yang demikian maka tidak mudah untuk menentukan mana yang lebih ekonomis, menggunakan proses beton konvensional atau menggunakan beton pabrikasi. Berdasarkan alokasi biaya dapat ditunjukkan bahwa distribusi pemakaian biaya yang terbesar adalah anggaran untuk konstruksi bangunan. Oleh sebab itu apabila ingin mereduksi biaya proyek maka harus dilakukan evaluasi pada bagian konstruksi. Salah satu metode yang mampu mereduksi pemakaian biaya konstruksi adalah dengan mengaplikasikan teknologi beton pabrikasi.

Menurut (Elly dan Supartono, 2000), struktur elemen pracetak memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan struktur konvensional, antara lain :

Waktu pelaksanaan struktur merupakan pertimbangan utama dalam pembangunan suatu proyek karena sangat erat kaitannya dengan biaya proyek. Struktur elemen pracetak dapat dilaksanakan di pabrik bersamaan dengan pelaksanaan pondasi di lapangan.

Penggunaan material yang optimum serta mutu bahan yang baik merupakan Salah satu alasan mengapa struktur elemen pracetak sangat ekonomis dibandingkan dengan struktur yang dilaksanakan ditempat (*cast-in-situ*) adalah penggunaan cetakan beton yang tidak banyak variasi dan biasa digunakan berulang-ulang, mutu material yang dihasilkan pada umumnya sangat baik karena dilaksanakan dengan

standar-standar yang baku, pengawasan dengan sistem komputer yang teliti dan ketat.

- Variasi untuk permukaan finishing pada struktur elemen pracetak dapat dengan mudah dilaksanakan bersamaan dengan pembuatan elemen tersebut dipabrik, seperti : warna dan model permukaan yang dapat dibentuk sesuai dengan rancangan.
- Dengan sistem elemen pracetak, selain cepat dalam segi pelaksanaan, juga tidak membutuhkan lahan proyek yang terlalu luas serta lahan proyek lebih bersih karena pelaksanaan elemen pracetaknya dapat dilakukan dipabrik. Menurut (Elly dan Supartono, 2000), struktur elemen pracetak memiliki beberapa kerugian dengan struktur konvensional, antara lain :
 1. Tidak ekonomis bagi produksi tipe elemen yang jumlahnya sedikit.
 2. Perlu ketelitian yang tinggi agar tidak terjadi deviasi yang besar antaraelemen yang satu dengan elemen yang lain, sehingga tidak menyulitkan dalam pemasangan di lapangan.
 3. Panjang dan bentuk elemen pracetak yang terbatas, sesuai dengan kapasitas alat angkat dan alat angkut.
 4. Jarak maksimum transportasi yang ekonomis dengan menggunakan truk adalah antara 150 sampai 350 km, tetapi ini juga tergantung dari tipe produknya. Sedangkan untuk angkutan laut, jarak maksimum transportasi dapat sampai di atas 1000 km.
 5. Hanya dapat dilaksanakan didaerah yang sudah tersedia peralatan untuk handling dan *erection*.
 6. Di Indonesia yang kondisi alamnya sering timbul gempa dengan kekuatan besar, konstruksi beton pracetak cukup berbahaya terutama pada daerah sambungannya, sehingga masalah sambungan merupakan persoalan yang utamayang dihadapi pada perencanaan beton pracetak.
 7. Diperlukan ruang yang cukup untuk pekerja dalam mengerjakan sambungan pada beton pracetak.

8. Memerlukan lahan yang besar untuk pabrikan dan penimbunan (*stock yard*).

2.3 Item Pekerjaan

2.3.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan terdiri dari pemagaran, pengukuran, dan bouwplank.

2.3.1.1 Pekerjaan Pemagaran

Pekerjaan pemagaran membutuhkan konstruksi kayu ringan dengan penutup seng.

A. Perhitungan Volume

- Volume tiang vertikal : $V = \text{dimensi tiang (m}^2\text{)} \times \text{tinggi (m)} \times \text{jumlah tiang}$
- Volume tiang horizontal : $V = \text{dimensi tiang (m}^2\text{)} \times \text{tinggi (m)} \times \text{jumlah tiang}$
- Volume Seng : $V = \frac{\text{Luas Pagar (m}^2\text{)}}{\text{Panjang seng (m)} \times \text{Lebar seng (m)}}$

B. Perhitungan Durasi

Pekerjaan pemagaran membutuhkan konstruksi kayu ringan dengan penutup seng. Berikut ini adalah perhitungan durasi pemagaran :

1. Pemasangan Kayu Vertikal
 - Durasi = vol.kayu vertical (m²) x produktivitas
 - Ket :*
 - Produktivitas 20 jam / 2,36 m³ tertera pada tabel 2.1 dengan mengambil nilai tengah (interpolasi) dari jenis pekerjaan tiang sebatang kayu.
2. Pemagaran Kayu Horizontal
 - Durasi = vol.kayu horizontal (m²) x produktivitas
 - Ket :*
 - Produktivitas 33,5 jam / 2,36 m³ tertera pada tabel 2.1 dengan mengambil nilai tengah (interpolasi) dari jenis pekerjaan pendukung mendatar beberapa batang kayu
3. Pemagaran Seng
 - Durasi = vol.seng (m²) x produktivitas

Ket :

- Produktivitas 2,59 jam / 10 m² tertera pada tabel 2.2 dengan mengambil nilai tengah (interpolasi) dari jenis pekerjaan lapisan dinding tidak dengan sambungan \perp pendukung.
- Total Durasi = durasi pemasangan kayu vertikal + durasi pemagaran kayu horizontal + durasi pemagaran seng

Tabel 2. 1. Jam Kerja yang Diperlukan Setiap 2,36 m³ Konstruksi Ringan

Jenis Pekerjaan	Jam kerja / 2.36 m ³		
	Persiapan	Mendirikan	Jumlah
Ambang :			
Sebatang kayu	12 – 18	8 - 12	20 - 30
Beberapa batang kayu	15 - 25	8 - 12	25 - 35
Tiang, sebatang kayu	8 - 12	8 - 12	16 - 24
Pendukung mendarat :			
- Sebatang kayu	12 - 18	10 - 15	24 - 35
Beberapa batang kayu	15 - 25	10 - 15	27 - 40
Balok pendukung lantai	12 - 18	9 - 15	22 - 23
Balok kerangka langit-langit	15 - 20	10 - 16	25 - 35
Penguat balok pendukung lantai			
- Setiap 1000 batang	10 - 15	10 - 15	20 - 30
- Setiap 2.36 m ³	30 - 40	30 - 40	60 – 80
Kerangka tegak dinding	15 - 25	8 - 12	18 - 37
Kerangka dinding pemisah	12 - 25	8 - 15	20 - 40

Jenis Pekerjaan	Jam kerja / 2.36 m ³		
	Persiapan	Mendirikan	Jumlah
Kayu penutup kerangka tegak	-	-	20 - 40
Balok atas kuda – kuda pendukung atap	10 - 20	10 - 15	20 - 35
Bagian pendukung bubungan dan lembah	20 - 30	12 - 20	30 - 45
Kuda – kuda ukuran kecil	25 - 30	15 - 20	40 - 50

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat halaman 178)

Tabel 2. 2. Jam Kerja yang Diperlukan untuk Pemasangan Papan Kasar

Jenis Pekerjaan	Jam kerja / 10m ²	Jam kerja / 36m ²
Lantai kasar		
- Jam Kerja yang Diperlukan untuk Pemasangan Papan Kasar	1.72 – 3.13	14 – 25
- Miring terhadap pendukung	2.27 – 3.78	17 – 29
- Dengan sambungan \perp pendukung	2.05 – 3.56	16 - 27
- Miring terhadap pendukung	2.59 – 4.32	19 - 31
Atap		
- Tidak dengan sambungan, rata	2.16 – 3.24	17 - 25
- Ujung kuda-kuda dan jendela atap	2.92 – 4.32	22 - 32

- Dengan sambungan rata	2.48 – 3.78	19 - 28
- ujung kuda-kuda dan jendela atap	3.24 – 4. 86	24 - 35
Lapisan dinding		
- Tidak dengan sambungan \perp pendukung	1.94 – 3.24	16 - 26
- Miring terhadap pendukung	2.48 - 4	19 - 30
- Dengan sambungan \perp pendukung	2.16 – 3.78	17 - 29
- Miring terhadap pendukung	2.7 – 4.43	20 - 32
Papan Dinding	1.62 – 3.02	14 - 26

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat halaman 179)

2.3.1.2 Pekerjaan Pengukuran / Uitzet

Pada pekerjaan pengukuran dilakukan pada seluas lahan proyek dengan menggunakan theodolite.

A. Perhitungan Volume

- Luas lahan : $L = \text{Panjang lahan (m)} \times \text{Lebar lahan (m)}$
- Keliling lahan : $K = 2 \times [\text{Panjang lahan (m)} + \text{Lebar lahan (m)}]$
- Luas bangunan : $L = \text{Panjang bangunan (m)} \times \text{Lebar bangunan (m)}$
- Keliling bangunan : $K = 2 \times [\text{Panjang lahan (m)} + \text{Lebar bangunan (m)}]$

1. Pengukuran Lahan

➤ Durasi pengukuran lahan =

$$\frac{\text{Luas lahan}}{\text{produktivitas}} \div \text{jumlah tenaga kerja}$$

2. Pengukuran Bangunan

➤ Durasi pengukuran bangunan =

$$\frac{\text{Luas bangunan}}{\text{produktivitas}} \div \text{jumlah tenaga kerja}$$

B. Perhitungan Durasi

- ❖ Total Durasi = durasi pengukuran lahan + durasi pengukuran bangunan

2.3.1.3 Pekerjajaan Bouwplank

Pekerjaan bouwplank atau papan bangunan adalah papan-papan yang dipasang di luar galian yang berfungsi sebagai patok as-as bangunan yang akan dikerjakan. Pembuatan bouwplank menggunakan papan kayu dan tiang kayu.

A. Perhitungan Volume

- Jumlah tiang vertikal $= \frac{\text{keliling bouwplank (m)}}{\text{jarak antar tiang (m)}}$
- Volume tiang vertikal (m^3) = Dimensi tiang (m^2) x tinggi tiang (m) x jumlah tiang - Jumlah papan
- $= \frac{\text{keliling bouwplank (m)} \times \text{tinggi papan (m)}}{\text{dimensi papan (m}^2\text{)}}$

B. Perhitungan Durasi

1. Pemasangan Kayu Vertikal

- Durasi = vol.kayu vertical (m^2) x produktivitas

Ket :

- Produktivitas 20 jam / 2,36 m^3 tertera pada tabel 2.2 dengan mengambil nilai tengah (interpolasi) dari jenis pekerjaan tiang sebatang kayu.

2. Pemasangan Papan

- Durasi = vol.papan (m^2) x produktivitas

Ket :

- Produktivitas 20 jam / 2,36 m^2 tertera pada tabel 2.3 dengan mengambil nilai tengah (interpolasi) dari jenis pekerjaan papan dinding.

- **Total Durasi = durasi pemasangan kayu vertikal + durasi pemasangan papan**

Kapasitas kerja pada rumus diatas untuk 1 grup kerja yang terdiri dari 1 mandor, 2 tukang, dan 2 pembantu tukang.

2.3.2 Pekerjaan Pondasi

Pondasi yang digunakan pada proyek gedung Menara Rungkut Surabaya adalah pondasi tiang pancang dengan diameter 40cm dan kedalaman 30 meter.

A. Perhitungan Volume

Volume= jumlah titik pancang x kedalaman tiang pancang

B. Perhitungan Durasi

Tabel 2. 3. Data Produktifitas Galian

Cara	m3/jam			Jam/m3		
	Tanah Sedang	Tanah Liat	Cadas	Tanah Sedang	Tanah Liat	Cadas
Dengan Cangkul (orang)	1,5-3,0	0,75-2,25	0,35-1,1	0,30-0,60	0,40-1,3	0,85-2,65
Dengan Bajak tangan	19-38	11,5-23		0,03-0,06	0,04-0,09	
Traktor dengan 1 bajak	30-53	19-38	3,5-15	0,01-0,04	0,03-0,06	0,07-0,26
Traktor dengan 2 bajak	38-76	30-53		0,01-0,03	0,01-0,04	

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat halaman 34)

Untuk pengangkutan tanah galian disesuaikan dengan jarak ekonomis antara lubang galian dengan tempat pembuangan tanah galian. Berikut ini adalah kapasitas alat angkut dan mengangkut tanah galian sesuai dengan jenis alat angkut yang digunakan. [4]

Tabel 2. 4. Kapasitas angkut, jarak ekonomis, waktu memuat dan membongkar serta kecepatan angkut

Jenis Alat angkut	Kapasitas alat angkut (m ³)	Jarak angkut ekonomis (m)	Waktu (menit)		Kecepatan Angkut (km/jam)	
			Memuat	Membongkar	Bermuatan	Kosong
Kereta dorong (wheel barrow) *	0.05 – 0.11	Sampai 50	1.0 – 3.0	0.2 – 0.4	25 - 45	35 - 60
Kereta tarik 2 roda (dengan orang)	0.05 – 0.15	Sampai 50	1.0 – 3.0	0.2 – 0.4	25 - 45	35 - 60
Front end loader's Roda empat	0.25 – 1.50	Sampai 500	0.5 – 1.0	0.2 – 0.5	6.5 - 24	10 – 32
Dengan roda rantai	0.25 – 6.80	Sampai 500	0.5 – 1.3	0.2 – 0.7	4.8 - 20	6 – 24
Gerobak ditarik traktor **	2.25 - 19	Sampai 850	1.0 – 3.0	0.3 - 1.0	4.8 - 16	6 – 20

Jenis Alat angkut	Kapasitas alat angkut (m ³)	Jarak angkut ekonomis (m)	Waktu (menit)		Kecepatan Angkut (km/jam)	
			Memuat	Membongkar	Bermuatan	Kosong
Scraper ditarik traktor ***						
Dengan roda rantai	3.80 – 22.5	Sampai 850	1.0- 2.0	0.3 – 1.0	5 - 11	6 – 16
Ban karet	3.80 – 22.5	Sampai 1750	1.0 – 2.0	0.3 – 1.0	16 - 32	24 - 48
Dump truck ***	1.5 – 15.0	Diatas 175	1.0 – 3.0	0.5 – 2.0	16 - 75	24 - 95

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat, halaman 35)

Menghitung durasi menggali dan memuat, dan mengangkut sebagai berikut :

- Menggali
 - Durasi = $\left(\frac{\text{vol.galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right)$
- Memuat & Membongkar
 - Durasi = $\left(\frac{\text{vol.galian}}{\text{kapasitas dump truck}} \right) \times \text{waktu muat/bongkar}$
 - Durasi dalam waktu menit
- Mengangkut
 - Durasi = $\left(\frac{\text{vol.galian} \times \text{jarak angkut}}{\text{kapasitas dump truck} \times \text{kecepatan angkut}} \right)$
- Total durasi gali = durasi menggali + memuat & membongkar + durasi mengangkut

2.3.3 Pekerjaan Galian Pilecap dan Sloof

A. Perhitungan Volume

Pada pekerjaan perhitungan volume ini, galian pada zona 1 dan zona 2 digabung.

$$\text{Volume} = (\text{luas pilecap} + \text{luas sloof}) \times \text{tinggi}$$

B. Perhitungan Durasi

Untuk kapasitas kerja pada tabel 2.3 diperuntukkan untuk 1 pekerja dan tabel 2.4 untuk 1 alat bantu angkut.

Menghitung durasi menggali dan memuat, dan mengangkut sebagai berikut :

- Menggali
 - Durasi = $\left(\frac{\text{vol.galian}}{\text{kapasitas produksi}} \right) \div \text{jumlah buruh}$

Ket :

- Kapasitas menggali dengan 1 cangkul 2,25 m³/jam (diambil nilai tengah dari dari tabel 2.7 kolom caranya dengan cangkul (orang) sesuai dengan jenis tanah).
- Durasi dalam waktu jam

- Memuat & Membongkar
 - Durasi = $\left(\frac{\text{vol.galian}}{\text{kapasitas kereta dorong}} \right) \times \text{waktu}$
muat/bongkar : jumlah buruh
- Ket :*
 - Kapasitas kereta dorong 0,11 m³ (diambil nilai tengah dari tabel 2.8 kolom jenis alat angkut kereta dorong).
 - Durasi dalam waktu menit
- Mengangkut
 - Durasi = $\left(\frac{\text{vol.galian} \times \text{jarak angkut}}{\text{kapasitas kereta dorong} \times \text{kecepatan angkut}} \right) / \text{Jumlah buruh}$
- Ket :*
 - Kecepatan angkut diambil dari nilai tengah tabel 2.8 kolom kecepatan angkut dengan jenis alat angkut kereta dorong.
 - Durasi dalam waktu menit
- Total durasi gali = durasi menggali + memuat & membongkar + durasi + mengangkut

2.3.4 Pekerjaan Lantai Kerja

Beton yang digunakan pada pekerjaan lantai kerja cukup dengan minimal K100 dengan tinggi lantai kerja 50 mm. Pada proyek ini pekerjaan lantai kerja meliputi lantai kerja Pile Cap

A. Perhitungan Volume

Total volume beton yang diperlukan :

Volume = Tebal Lantai kerja x Luas Pile Cap

B. Perhitungan Durasi

Menghitung durasi pemancangan diperlukan data-data yang berkaitan dengan pemancangan tersebut, seperti:

- Jumlah dan kapasitas pompa beton
- Kapasitas dari tiap mixer adalah 6m³
- Kapasitas produksi

- Kapasitas = Drum capacity x jumlah truck mixer
- Lama pelaksanaan = Volume/kapasitas

2.3.5 Pekerjaan Bekisting

2.3.5.1 Bekisting Batako

Pekerjaan bekisting batako biasanya dilakukan pada pekerjaan pilecap dan sloof sehingga tidak memerlukan bongkar bekisting. Dimensi batako yang digunakan berukuran 0,4 x 0,2 x 0,1.

a. Perhitungan Luas

Cara menghitung luasan daerah bekisting batako sebagai berikut:

1. Pile cap P1, P2 & P4
Luas (m²) = [sisi (m) x tebal pile cap (m)] x 4
2. Pile cap P3 & P5
Luas (m²) = [(panjang (m) + lebar (m)) x 2] x tebal pile cap (m)
3. Sloof
Luas (m²) = [tinggi sloof (m) x panjang sloof (m)] x 2

b. Kebutuhan Material

Cara menghitung Kebutuhan batako sebagai berikut:

1. Batako

- Vol. Bek. Batako pile cap = panjang (m) x lebar (m) x tebal batako (m)
- Vol. Bek. Sloof = H sloof (m) x p balok (m) x tebal batako (m)
- Banyaknya batako yang diperlukan :

$$\frac{\text{Volume bekisting pile cap/sloof (m}^3\text{)}}{\text{dimensi batako (m}^3\text{)}}$$

2. Mortar

Tabel 2. 5. Keperluan mortar untuk 1000 buah batako, dengan tebal dinding 1 ½ batu ($\pm 30\text{cm}$)

Tebal sambungan (voeg), cm	0,65	0,75	0,95	1	1,25	1,50	1,75	1,75	2
m ³ mortar	0,42	0,50	0,58	0,66	0,73	0,81	0,89	0,97	1,05

Sumber : Soedrajat. (1984). *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova. Tabel 6-3. Halaman 123.

- Vol. mortar = keperluan batako x volume mortar / 1000 buah batako

Ket:

- Keperluan mortar pada tabel 2.5 disesuaikan dengan tebal mortar perencana

3. Semen

Tabel 2. 6. Bahan yang digunakan untuk campuran 1 m³ mortar atau spesi yang terdiri dari semen dan pasir

Campuran Semen : Pasir	Semen		Pasir	Keterangan
	Kantong	m ³	m ³	
1 : 1	24.75	0.7	0.7	1 zak semen = 42.5 kg 1 m ³ = \pm 1550 kg
1 : 2	16.60	0.47	0.96	
1 : 3	12.75	0.36	1.08	
1 : 4	10.25	0.29	1.16	

(Sumber : *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan* oleh Ir. A Soedrajat S halaman 125)

- Vol. semen = vol. mortar x kebutuhan semen

Ket:

- Keperluan semen pada tabel 2.6 disesuaikan dengan perbandingan campuran dalam hal ini campuran 1:3

4. Pasir

- Vol. pasir = vol. mortar x kebutuhan pasir

Ket:

- Keperluan semen pada tabel 2.6 disesuaikan dengan perbandingan campuran dalam hal ini campuran 1:3

c. Perhitungan durasi

1. Durasi memasang

Untuk pemasangan bekisting batako, pembantu tukang dapat melakukan pengadukan dengan dibantu dengan mesin pengaduk dan untuk pengangkutan dapat menggunakan *wheel barrow*. Berikut adalah tabel kapasitas kerja untuk 1 tukang batu dan 2 pembantu tukang.

Berikut ini adalah keperluan jam kerja yang dibutuhkan tenaga kerja dalam pemasangan bekisting batako.

Tabel 2. 7. Keperluan tenaga kerja untuk pemasangan concrete block

Jenis Pekerjaan	Jam / 100 blok	
	Tukang pasang batu	Pembantu tukang
Pondasi , 10 cm x 20 cm x 40 cm	2.5 - 5	2.5 – 5
Bagian diatas Pondasi: ukuran blok sama dg diatas, ada sedikit lubang pintu dan sudut	2.8 – 5.5	2.8 – 6.5
Dinding pembagi ruangan, ukuran blok 15 cm x 20 cm x 30 cm, sedikit lobang-lobang pintu	2.5 - 4	2.5 – 5
Dinding pembagi ruangan sama dengan diatas hanya ada beberapa lubang pintu	2.8 – 5.5	2.8 – 6

Sumber : *Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, halaman 139*

Untuk bekisting batako dipakai yang mendekati dengan jenis pekerjaan tabel 2.13 yaitu dipakai dengan jenis pekerjaan pondasi. Dengan jam kerja buruh :

- 1 Tukang pasang batu $= \frac{2.5+5}{2}$ jam/ 100 blok
 $= 3.75$ jam/100 blok
- 1 pembantu tukang $= \frac{2.5+5}{2}$ jam/ 100 blok
 $= 3.75$ jam/100 blok

2. Durasi Mencampur & Mengangkut Mortar

- Untuk produktivitas kerja pembantu tukang dalam 1 jam sebagai berikut:
 - Mencampur adukan mortar 0,75 m³ sampai 1,5 m³ dengan mesin pengaduk;
 - Mengangkut 0,5 m³ sampai 1 m³ adukan mortar sejauh 12 – 15 m;
- Menghitung durasi bekisting batako sebagai berikut:
 - Durasi mencampur mortar
 $\text{Durasi} = \text{Vol. Mortar} / \text{Kapasitas prod}) \div \text{jumlah pembantu tukang}$
 - Durasi mengangkut mortar
 $\text{Durasi} = (\text{Vol. Mortar} \text{Kapasitas prod}) \div \text{jumlah pembantu tukang}$
- Tot Total Durasi = durasi mencampur adukan mortar + durasi mengangkut mortar + durasi memasang batako

2.3.5.2 Bekisting Kayu

A. Perhitungan Volume

Perhitungan area volume bekisting memakai satuan m², dari hasil perhitungan volume tersebut dapat ditentukan jumlah kayu, paku, baut dan kawat memakai

tabel 2.7 . Kayu-kayu cetakan tersebut dapat digunakan kembali sebanyak 50% hingga 80%.

Tabel 2. 8. Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10 m²

Jenis cetakan	Kayu	Paku, baut-baut dan kawat (kg)
Pondasi/Pangkal Jembatan	0,46 - 0,81	2,73 - 4
Dinding	0,46 - 0,62	2,73 - 4
Lantai	0,41 - 0,64	2,73 - 4,55
Atap	0,46 - 0,69	2,73 - 5
Tiang-tiang	0,44 - 0,69	2,73 - 5,45
Kepala tiang	0,46 - 0,92	3,64 - 7,27
Balok-balok	0,69 - 1,61	3,64 - 6,36
Tangga	0,69 - 1,38	2,73 - 6,82
Sudut-sudut tiang/balok* berukir	0,46 - 1,84	2,73 - 6,82
Ambang jendela dan lintel*	0,58 - 1,84	3,18 - 6,36
* Tiap panjang 30m		

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat. Tabel 5-1. Halaman 85)

1. Bekisting Kolom

Dikarenakan kolom menyangga jumlah balok yang berbeda-beda, maka untuk pengurangan (reduksi) volume bekisting kayu berbeda-beda pula.

- Luas (m²) = luasan kotor (m²) – reduksi
- Vol.kayu = $\frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}}$ x keperluan kayu

$$\text{- Vol.paku usuk} = \frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan paku usuk}$$

Ket :

- b = lebar balok
- h = tinggi balok / kolom
- l = lebar balok / kolom
- Keperluan kayu dan paku usuk sesuai tabel 2.8 pada jenis cetakan tiang-tiang dengan diambil nilai tengah (interpolasi).

2. Bekisting Balok

Elevasi muka atas balok sama dengan plat lantai, maka perlu pengurangan (reduksi) tinggi balok. Pengurangan tinggi balok berbeda-beda pula, tergantung dari jumlah dan dimensi plat.

- Luas bekisting (m²) = ((h - t) x p) x 2
- Vol.kayu = Vol.kayu = $\frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan kayu}$
- Vol.paku usuk = $\frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan paku usuk}$

Ket :

- h = tinggi balok (m)
- t = tebal plat (m)

Keperluan kayu dan paku usuk sesuai tabel 2.20 pada jenis cetakan balok-balok dengan diambil nilai tengah (interpolasi)

3. Bekisting Tangga

- Luas bekisting sisi bawah plat tangga
- L1 (m²) = (panjang x lebar) jumlah
- Luas bekisting plat bordes
- L2 (m²) = (panjang x lebar) jumlah
- Luas bekisting sisi samping plat tang
- L3 (m²) = (panjang x lebar) jumlah
- Luas bekisting anak tangga / injakan
- L4 (m²) = (panjang x lebar) jumlah anak tangga
- Total luas (m²) = L1 + L2 + L3 + L4
- Vol.kayu = $\frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan kayu}$

- Vol.paku usuk = $\frac{\text{luas (m}^2\text{)}}{10 \text{ (m}^2\text{)}} \times \text{keperluan paku usuk}$

Ket :

- Keperluan kayu dan paku usuk sesuai tabel 2.20 pada jenis cetakan tangga dengan diambil nilai tengah (interpolasi).

A. Perhitungan Durasi

Tabel 2. 9. Daftar Waktu Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m²

Jenis Cetakan Kayu	Jam Kerja tiap Luas Cetakan 10 m ²			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan Membersihkan	Reparasi
Pondasi/Pangkal Jembatan	3 – 7	2 – 4	2 – 4	2 sampai 5 jam
Dinding	5 – 9	3 – 5	2 – 5	
Lantai	3 – 8	2 – 4	2 – 4	
Atap	3 – 9	2 – 5	2 – 4	
Tiang	4 – 8	2 – 4	2 – 4	
Kepala-kepala tiang	5 – 11	3 – 7	2 – 5	
Balok - balok	6 – 10	3 – 4	2 – 5	
Tangga-tangga	6 – 12	4 – 8	3 – 5	
Sudut-sudut tiang/balok berukir *	5 – 11	3 – 9	3 – 5	
Ambang jendela atau lintel *	5 – 10	3 – 6	3 – 5	

*** Tiap panjang 30m**

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat. Tabel 5-2. Halaman 86)

Untuk perhitungan durasi bekisting kayu adalah sebagai berikut :

a) Durasi mengolesi oli (t1)

$$\text{Durasi} = \frac{\text{vol.bekisting kayu}}{\text{kapasitas produksi} \times \text{jumlah grup}}$$

Ket :

- Produktivitas mengolesi oli 10 m² / jam / 1 grup

b) Durasi menyetel (t2)

- Durasi = vol. bekisting x produktivitas

Ket :

- Rumus durasi menyetel bekisting berlaku untuk semua jenis bekisting kayu.
- Produktivitas tertera pada tabel 2.15 dengan mengambil nilai dari menyetel bekisting yang akan disetel.

c) Durasi memasang (t3)

- Durasi = vol. bekisting x produktivitas

Ket :

- Rumus durasi memasang bekisting berlaku untuk semua jenis bekisting kayu.
- Produktivitas tertera pada tabel 2.25 dengan mengambil nilai dari memasang bekisting yang akan dipasang.

• Total durasi = t1 + t2 + t3

d) Durasi melepas dan membersihkan bekisting

- Durasi = vol. bekisting x produktivitas

Ket :

- Rumus durasi membuka dan membersihkan bekisting berlaku untuk semua jenis bekisting kayu.
- Produktivitas tertera pada tabel 2.21 dengan menagmbil nilai dari membuka dan membersihkan bekisting yang akan dilepas.

Rumus tersebut untuk 1 mandor + 3 tukang kayu + 3 pembantu tukang + 3 buruh.

2.3.6 Pekerjaan Pembesian

A. Perhitungan Volume

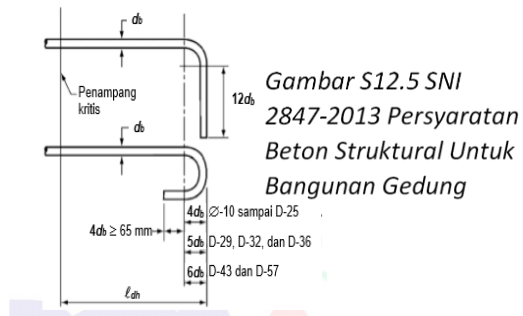
Menghitung volume besi bukan hanya menghitung panjang besi saja, tetapi juga bengkokannya. Pembesian pada penulangan beton dihitung berdasarkan beratnya dalam kg atau ton. Para pelaksana biasanya membuat daftar khusus pembengkokan tulangan, panjang kaitan, serta pemotongannya. Hal ini dimaksudkan apabila ada sisa maka dapat dipakai untuk penulangan lainnya. Berikut adalah syarat pembesian berdasarkan SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung :

Panjang pembengkokan disesuaikan dengan dengan sudut lengkung dan diameter tulangan.

Tabel 2. 10. Detail Kait dan Penyaluran Kait Standar

Sudut Lengkung	Diameter Tulangan	Bengkokan	Perpanjangan Kait
180	D10-D25	6db	4db atau ≥ 65 Mm
	D29 , D32 dan D36	8db	
	D44 dan D56	10db	
90	D10-D25	6db	□ 12db pada ujung bebas batang tulangan
	D29 , D32 dan D36	8db	□ 6db untuk diameter \leq D16
	D44 dan D56	10db	□ 12db untuk diameter D19, D22 dan D25
135	6db untuk diameter \leq D25		

(Sumber Tabel 7.2 SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung)



Gambar 2. 1. Detail Panjang Penyaluran Kait Standar

Sumber SNI 2847-2013

Tabel 2. 11. Detail Kait untuk Senggang

Sudut Lengkung	Diameter Tulangan	Bengkokan	Perpanjangan Kait
180	$\leq D16$	4db	6db
	$\geq \text{Ø}7$ (ulir)	4db	6db
90	$\leq D16$	4db	8db
	$\geq \text{Ø}7$ (ulir)	4db	8db
untuk batang tulangan $\geq D16$, diameter bengkokan harus sesuai kait standar			

(Sumber SNI 2847-2013 Bangunan Gedung)

Perhitungan volume pilecap, sloof, kolom, balok tulangan pembesian ditentukan dengan menghitung seluruh panjang besi pada elemen struktur bangunan dan mengelompokkan berdasarkan jenis elemennya.

Untuk pemasangan tulangan plat harus sesuai dengan bentang pendek (L_x) dan bentang panjang (L_y), sebagai berikut :

Dari hasil perhitungan volume tulangan dengan satuan kg dapat dihitung biaya untuk pekerjaan pembesian. Satuan volume besi tulangan yang dihitung dengan penjelasan diatas adalah meter, untuk mengubah menjadi kg maka digunakan rumus berikut :

➤ Vol.besi (kg) = berat (kg/m) x panjang (m)

➤ Vol.besi dalam batang = $\frac{\text{panjang total (m)}}{12 \frac{\text{m}}{\text{batang}}}$

Ket :

- Berat (kg/m) yang digunakan sesuai pada tabel 2.18

Tabel 2. 12. Daftar Besi Tulangan dan Ukurannya Dalam mm yang Terdapat Dipasaran

Diameter (mm)	Berat (kg/m)	Luas Potongan (cm ²)
6	0,222	0,28
8	0,359	0,50
10	0,627	0,79
12	0,888	1,13
14	1,208	1,54
16	1,578	2,01
19	2,226	2,84
22	2,984	3,80
25	3,853	4,91

(Sumber : Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan oleh Ir. A Soedrajat. S halaman 90)

A. Perhitungan Durasi

Rumus perhitungan durasi pekerja untuk membuat bengkokan dan kait adalah sebagai berikut :

- Durasi pekerja bengkokan alat (t_1) =

$$\frac{\text{vol.bengkokan}}{\text{kapasitas produksi} \times \text{jumlah grup}}$$

Ket :

- Jumlah grup yaitu jumlah grup kerja.
- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.19 dengan mengambil nilai sesuai diameter tulangan.
- Durasi pekerja pemasangan tulangan (t_2) =
$$\frac{\text{vol. jumlah tulangan}}{\text{kapasitas produksi} \times \text{jumlah grup}}$$

Ket :

- Jumlah grup yaitu jumlah grup kerja.
- Kapasitas produksi tertera pada tabel 2.19 dengan mengambil nilai sesuai diameter tulangan.
- Total durasi = $t_1 + t_2$

Tabel 2. 13. Daftar Waktu untuk Membuat 100 Buah Bengkokan dan Kaitan Tulangan

Ukuran Besi Beton Ø	Dengan Tangan		Dengan Mesin	
	Bengkokan (jam)	Kait (jam)	Bengkokan (jam)	Kait (jam)
Ø < 12mm	2 – 4	3 – 6	0,8 – 1,5	1,2 – 2,5
16mm	2,5 – 5	4 – 8	1 – 2	1,6 – 3
19mm				
22mm				
25mm	3 – 6	5 – 10	1,2 – 2,5	2 – 4
28,5mm				
31,75mm	4 – 7	6 – 12	1,5 – 3	2,5 – 5
38,1mm				

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat, halaman 91)

Tabel 2. 14. Daftar Waktu yang Dibutuhkan Buruh Memasang 100 Buah Batang Tulangan

Panjang Batang Tulangan (m)

Ukuran Besi Beton Ø	Dibawah 3m per jam	(3-6)m per jam	(6-9)m per jam
Ø < 12mm	3,5 – 6	5 – 7	6 – 8
16mm	4,5 – 7	6 – 8,5	7 – 9,5
19mm			
22mm			
25mm	5,5 – 8	7 – 10	8,5 – 11,5
28,5mm			
31,75mm	6,5 – 9	8 – 12	10 – 14
38,1mm			

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat, halaman 92)

2.3.7 Pekerjaan Half Slab

A. Perencanaan Half Slab [3]

Tebal half slab precast ditentukan dari tabel minimum pelat dalam kondisi utuh. Tebal pelat minimal dalam kondisi utuh diperoleh dengan rumus :

$$h \text{ min} = \frac{l}{20}$$

Untuk tegangan leleh rencana f_y 400 Mpa dengan kondisi rencana pelat satu arah tertumpu sederhana. (SNI 2847:2013 tabel 9.5b)

- **Perencanaan Half Slab Precast saat pengangkatan dan Penumpukan**

Pengangkatan direncanakan dengan 4 titik berdasarkan *PCI 7th Edition*

Momen maksimum (pendekatan) :

$$+ M_x = - M_y = 0,0107 w a^2 b$$

$$+ M_x = - M_y = 0,0107 w a b^2$$

M_x ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dari $15t$ atau $b/2$

M_y ditahan oleh penampang dengan lebar $a/2$

- **Kontrol Tegangan**

Kontrol Tegangan saat penumpukan direncanakan dengan 2 tumpuan sehingga kontrol tegangan yang terjadi

$$\sigma < f_r$$

$$f_r = 0.7\sqrt{f_c'}$$

$$\sigma = \frac{(+My = -My)}{z} ; z = \frac{1}{6}bh^2$$

Faktor beban kejut saat pengangkatan = 1.5

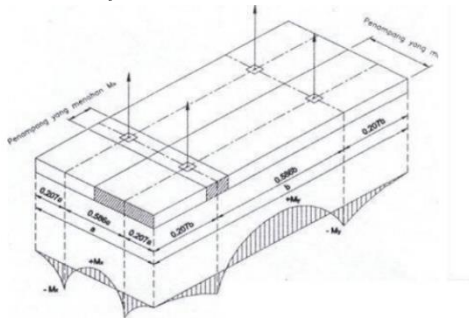
- **Kontrol Tulangan Angkat**

Kontrol tulangan menggunakan beban sendiri pelat dengan beban kejut yang terjadi.

$$\sigma_{bj} = \frac{f_y}{1.5}$$

Luas Tulangan ditemukan

$$A_s = \frac{W}{\sigma_{bj}} \text{ dikontrol dengan Luas Tulangan Pakai}$$



Gambar 2. 2 Titik Pengangkatan

(Sumber: PCI Handbook 7th Edition)

- **Perencanaan Half Slab Precast sebelum Komposit**

Beban yang terjadi sebelum komposit adalah beban sendiri pelat dan beban pekerja, sehingga momen ultimate yang terjadi adalah :

$$Mu = \frac{1}{8} .qu.l^2$$

- **Perencanaan Half Slab Precast Setelah Komposit**

Beban yang terjadi ketika setelah komposit adalah beban sendiri pelat, berat beton overtopping dan beban hidup lantai, sehingga momen ultimate yang terjadi :

$$Mu = \frac{1}{8} .qu.l^2$$

- **Perencanaan Sambungan Half Slab Precast**

Untuk menghasilkan sambungan yang bersifat kaku, monolit dan terintegrasi pada elemen pelat, maka harus dipastikan gaya yang bekerja pada pelat pracetak tersalurkan pada elemen balok. Hal ini dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Sambungan balok induk dengan pelat pracetak menggunakan sambungan basah yang diberi overtopping yang umumnya digunakan 50 mm – 100 mm.
2. Pendetailan tulangan sambungan yang dihubungkan atau diikat secara efektif menjadi satu kesatuan, sesuai dengan aturan yang diberikan dalam SNI 03-2847-2013 pasal 7.13
3. Grouting pada tumpuan atau bidang kontak antara pelat pracetak dengan balok.

B. Perhitungan Durasi Pekerjaan Half Slab

Menghitung durasi pekerjaan balok diperlukan data-data yang berkaitan dengan truck mixer tersebut, seperti

- Total volume beton yang diperlukan
Volume = tebal rencana x luas area pelat
- Jumlah dan kapasitas pompa beton
Kapasitas dari tiap mixer adalah 6m³

- Kapasitas produksi
Kapasitas = Drum capacity x jumlah truck mixer
 - Lama pelaksanaan = Volume/kapasitas
- Menghitung durasi pekerjaan balok diperlukan data-data yang berkaitan dengan tower crane tersebut, seperti [7]

2.3.8 Pekerjaan Pengangkatan dengan Tower Crane

1. Waktu Persiapan

Waktu pengecoran terdiri dari beberapa pekerjaan seperti :

- Pemasangan Bucket pada TC
- Waktu muat Beton
- Persiapan Truck Mixer

2. Perhitungan waktu pengangkatan

- Hoisting (mekanisme angkat)

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca

- Slewing (mekanisme putar)

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{sudut swing (m)}}{\text{kecepatan swing (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Sudut swing di konversikan ke o/menit
- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca

- Trolley (mekanisme jalan trolley)

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{jarak dari tc ke elemen yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Trolleying (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca
 - Landing (mekanisme turun)

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

 - Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
 - 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca
3. Perhitungan waktu kembali
- Hoisting (mekanisme angkat)

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

 - Tinggi lantai adalah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
 - 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca
 - Slewing (mekanisme putar)

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{sudut swing (m)}}{\text{kecepatan swing (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

 - Sudut swing di konversikan ke o/menit
 - 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca
 - Trolley (mekanisme jalan trolley)

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{jarak dari tc ke elemen yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Trolleying (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

 - 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca
 - Landing (mekanisme turun)

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
 - 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca
- Waktu bongkar muat
4. Waktu bongkar
 5. Perhitungan waktu Siklus

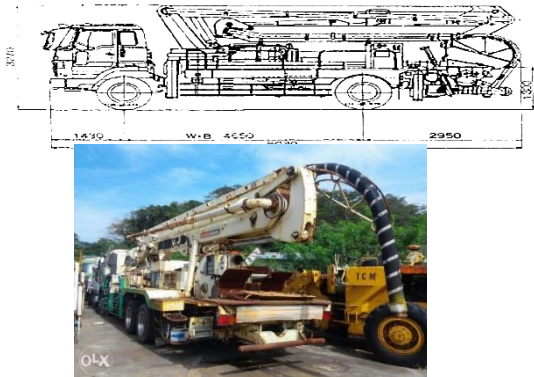
$$\text{Waktu siklus} = \text{waktu muat} + \text{waktu angkat} + \text{waktu bongkar} + \text{waktu kembali}$$

2.3.9 Pekerjaan Pengecoran

Pengecoran dalam metode pelaksanaan dilakukan setelah pekerjaan bekisting dan pekerjaan pembesian selesai dilaksanakan. Pengecoran untuk area gedung dengan tinggi 8 lantai dapat digunakan *concrete pump* dengan bantuan *super long boom*. Dalam hal ini *concrete pump* dalam bentuk mobil sehingga dapat berpindah posisi.

A. Peralatan untuk Pengecoran

1. Concrete Pump



Gambar 2. 3. Concrete Pump Model IPF90B – 5N2

Sumber : google

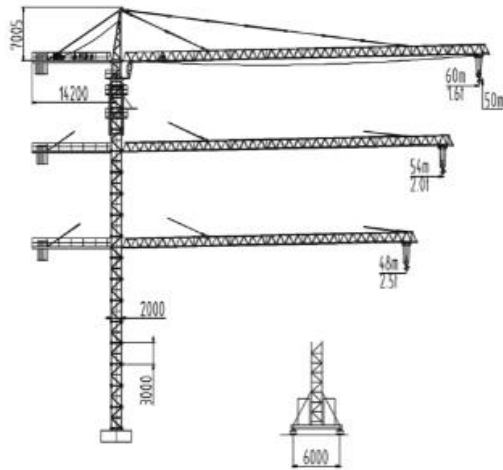
Tabel 2. 15. Spesifikasi Concrete Pump Model IPF90B-5N21.

	Model	IPF90B-5N21
Concrete Pump	Type	Hydraulic Single-Acting Horizontal Double Piston
	Delivery Capacity	10 - 90 m ³ /h
	Delivery Pressure	max. 53.0 kgf/cm ²
	Max Conveying Distance	Vertikal Horizontal
	100A Pipe	80m 320m
	Max Size Of Aggregate	
	125 A	40 mm
	Concrete Slump Value	5 - 23 cm
	Cylinder diameter x stroke	Ø195mm x 1400mm
	No. Of cylinder	2
	Hopper Capacity x vertical height	0.45m ³ x 1280 mm
Concrete Pipe Washing	System	Water Washing
	Type	Hydraulic reciprocating piston
	Discharge pressure x delivery	65 kgf/cm ² / 40 kgf/cm ² x 320 L/min
	Tank Capacity	Water tank 400 L
Boom	Type	3 Section Hydraulic Fold Type
	Length	17.4 m
	Vertical Higher	20.7 m

	Model	IPF90B-5N21
	Operating Angle	
	Top Section	0 - 270 " x 5.75 m
	Middle Section	0 - 180" x 5.3 m
	Bottom Section	0 - 90" x 6.5 m
	Working Swing Angle	360 ⁰ Full swing
	Concrete Pipe Diameter	125 A
	Flexible Hose Diameter	125 A or 100 A
Truck Chassis	Model	ISUZU: P – CVR14K
	Engine	220PS / 2300 rpm
	Fuel Tank	300 L
Weight	Vehicle Weight	14715 kg
	Max. Number of persons	3 Person (165 kg)
	Max. Load	400 kg (water)
	Gross Vehicle Weight	15300 kg

Sumber : *Instruction Manual for Concrete Pump Model IPF90B-5N21*

2. Tower Crane



Gambar 2. 4. Tower Crane POTAIN MC 310

Sumber : google

Tabel 2. 16. Spesifikasi Tower Crane POTAIN MC 310.

KODE	TC 6018	UNIT
Tipe baja	Q345B	
PERINCIAN	PARAMETER	
Pondasi	6x6	m
Tinggi Setelah Cabin Operator	7	m
Dimensi Tower	2	m
	4	m
Tinggi 1 Segmen	3	m
Tinggi TC	30	m
Panjang	35	m
Jumlah Tali	4	
Beban Ujung	8	ton
Beban Saat Mengangkat	125	tm
Radius Kerja	31,25	m
Kapasitas Beban Pada Radius Max	1,6	tm

Sumber : Brosur *TENGDA Tower Crane TC 6018*

A. Volume Pengecoran

Perhitungan volume beton pada balok, plat dan kolom tanpa dikurangi dengan volume pembesian didalamnya adalah :

- Vol. Poer = panjang poer (m) x lebar poer (m) x tebal poer (m)
- Vol. Balok = panjang balok (m) x lebar balok (m) x tinggi balok (m)
- Vol. Kolom = tinggi kolom (m) x panjang kolom (m) x lebar kolom (m)
- Vol. Plat = panjang plat (m) x lebar plat (m) x tebal plat (m)

B. Durasi Pengecoran

Grup tenaga kerja untuk pekerjaan pengecoran yang dipakai pada proyek pembangunan pelaksanaan gedung Menara Rungkut Surabaya dari 1 mandor dan 2 pembantu tukang.

Pekerjaan pengecoran memerlukan waktu yang terdiri dari beberapa tahapan.

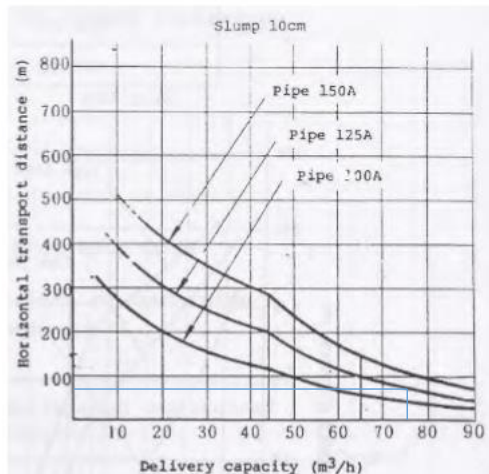
a. Concrete Pump

Perhitungan kapasitas produksi pengecoran sesuai dengan panjang pipa pengecoran yang digunakan, sesuai dengan spesifikasi concrete pump yang tertera pada tabel 2.25 adalah :

- Perhitungan Kebutuhan Pipa Pengecoran
Perhitungan kebutuhan pipa adalah jarak terjauh dari pekerjaan pengecoran dibagi panjang pipa yang tersedia (125 A Transport Pipe @ 1 = 2,8 m dan 125 A Delivery/Flexible Hose @ 1 = 5m).
- Perhitungan Delivery Capacity :
 - Horizontal Equivalent Length merupakan perkalian dari panjang pipa dengan faktor Horizontal Transport Distance pada lantai 2, yaitu:
 - a. Boom Pile = 17.55 m

- b. Horizontal Pile = $2,8 \times 13 = 36,4$ m
 c. Flexible Hose = $5 \times 2 \text{ bh} \times 2 = 20 \text{ m} + \text{Jumlah} = 73,95$ m

Untuk menentukan besarnya Delivery Capacity dapat dilihat pada grafik hubungan antara delivery capacity dengan horizontal transport distance sesuai dengan nilai slump 10 cm dan diameter pipa 125 A, yaitu :



Gambar 2. 5. Grafik Delivery Capacity

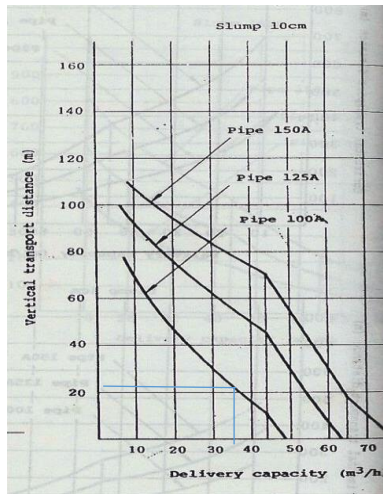
(Sumber: *Instruction for Concrete Pump Model IP F90-5N21*)

Dari grafik tersebut, didapatkan Delivery Capacity sebesar 76 m³/jam.

- Vertical Equivalent Length merupakan perkalian dari panjang pipa dengan faktor Vertikal Transport Distance pada lantai 2, yaitu:
 - a. Bottom section = 6,5 m
 - b. Middle Section = 5,3 m
 - c. Top Section = 5,75 m

- d. Flexible Hose = 5 m
 Total Vertical Equivalent Length = 22,55m

Untuk menentukan besarnya Delivery Capacity dapat dilihat pada grafik hubungan antara delivery capacity dengan vertikal transport distance sesuai dengan nilai slump 10 cm dan diameter pipa 125 A, yaitu :



Gambar 2. 6. Grafik hubungan antara *Delivery Capacity* dan jarak transport pipa vertikal

Didapatkan nilai Delivery Capacity yaitu sebesar 34 m³/jam.

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas produksi } Q &= \text{Delivery Capacity} \times E_k \\ &= \text{DC (m}^3/\text{jam)} \times E_k \end{aligned}$$

Ket :

- DC = 34 m³/jam sesuai dengan gambar grafik 2.13
- Ek (efisiensi Kerja) terdiri dari :
 - Faktor cuaca
 - Kondisi = mendung
 - Nilai = 0,75

- Faktor operator dan mekanik
 - Kondisi = Cukup
 - Nilai = 0,75
- Faktor operasi alat dan pemeliharaan mesin
 - Kondisi = baik
 - Nilai = 0,75

b. Tower Crane

Perhitungan kapasitas produksi pengecoran sesuai dengan spesifikasi Tower Crane yang digunakan, sesuai dengan tabel 2.16 adalah :

- Kecepatan Hoisting =m/menit
- Kecepatan swing =rpm
- Kecepatan Trolleying =m/menit
- Kecepatan Landing =m/menit

Dalam 1 kali siklus Tower Crane akan mengangkat beton sebesar 0,8 m³ sesuai dengan kapasitas bucket cor.

Waktu pelaksanaan dalam pengecoran menggunakan tower crane terdapat beberapa tahapan yaitu :

1. Waktu Persiapan

Waktu pengecoran terdiri dari beberapa pekerjaan seperti :

- Pemasangan Bucket pada TC = 2 menit
- Waktu muat Beton = 10 menit
- Persiapan Truck Mixer = 10 menit

2. Perhitungan waktu pengangkatan

- **Hoisting (mekanisme angkat)**

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca

- **Slewing (mekanisme putar)**

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{sudut swing (m)}}{\text{kecepatan swing (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Sudut swing di konversikan ke o/menit
- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel 2.4, 2.5 dan 2.6

- **Trolley (mekanisme jalan trolley)**

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{jarak dari tc ke elemen yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Trolleying (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel.2.10

- **Landing (mekanisme turun)**

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca

3. Perhitungan waktu kembali

- **Hoisting (mekanisme angkat)**

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Tinggi lantai adalah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.

- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca

- **Slewing (mekanisme putar)**

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{sudut swing (m)}}{\text{kecepatan swing (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Sudut swing di konversikan ke o/menit
- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca sesuai pada tabel 2.4, 2.5 dan 2.6

- **Trolley (mekanisme jalan trolley)**

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{jarak dari tc ke elemen yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Trolleying (rpm)} \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca

- **Landing (mekanisme turun)**

$$\text{Waktu (t)} = \frac{\text{Tinggi lantai yang ditinjau (m)}}{\text{Kec.Hositing} \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times 0,75 \times 0,75 \times 0,75}$$

Keterangan :

- Tinggi lantai yang ditinjau ditambah 2 m untuk jarak terhadap lantai agar tidak bertabrakan.
- 0,75 = factor kondisi alat, keterampilan operator & cuaca
- **Waktu bongkar muat**

Waktu bongkar = 2 menit

- 1. Perhitungan waktu Siklus**

Waktu siklus = waktu muat + waktu angkat + waktu bongkar + waktu kembali

- 2. Perhitungan produktivitas**

Produktivitas = Q = T x (60/CT)

- 3. Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}} \times 60$$

2.3 Penjadwalan Proyek

Melaksanakan suatu proyek adalah proses mengubah masukan (*input*) yang berupa kegiatan dan sumber daya

menjadi keluaran (*output*) seperti yang sudah ditentukan. Banyak terjadi keterlambatan dalam pelaksanaan, pembiayaan yang melampaui batas anggaran, dan masalah lainnya yang timbul dalam pelaksanaan proyek. Oleh karena itu, tim proyek harus dapat menyiapkan perencanaan *input* secara terperinci sehingga seluruh kegiatan proyek dapat dijadwalkan, dianggarkan, dimonitor, dan dikendalikan dengan baik. [1]

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk penjadwalan proyek antara lain. Namun, sebelum masuk ke dalam metode penjadwalan proyek, kegiatan atau aktivitas proyek untuk mencapai goal proyek harus diuraikan terlebih dahulu dan diestimasi durasinya.

2.3.4 Work Breakdown Structure (WBS)

Pembuatan WBS dilakukan sebelum pengerjaan perencanaan proyek dan penjadwalan proyek. WBS adalah suatu daftar yang bersifat top down dan secara hierarki menerangkan aktivitas-aktivitas yang membangunnya. WBS digunakan untuk memecahkan tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail, hal ini dimaksudkan agar proses perencanaan proyek lebih sistematis. [1]

2.3.5 Precedence Diagramming Method (PDM)

Precedence Diagramming Method merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Network Planning atau Rencana Jaringan Kerja, berbeda dengan AOA (Activity On Arrow) yang menitikberatkan kegiatan pada panah, PDM menitikberatkan kegiatan pada node sehingga kadang juga disebut Activity on Node (AON). [1]

Dalam Precedence Diagramming Method, aktivitas atau kegiatan ditunjukkan dengan nodes berbentuk kotak dan berukuran besar. Didalam nodes tersebut biasanya diisi hal-hal sebagai berikut : [1]

1. Durasi
2. Nomor kegiatan atau aktivitas

3. Deskripsi aktivitas
4. ES, EF, LS, LF
5. Float yang terjadi

Diagram AON dan AOA, hanya boleh digunakan satu jenis hubungan logis antara aktivitas, yaitu suatu kegiatan tidak dapat dilakukan jika kegiatan sebelumnya belum selesai. Berlawanan dengan hal tersebut, PDM, menggunakan empat hubungan logis diantara aktivitas-aktivitasnya. Metode PDM dapat juga menggunakan konsep lag (jarak hari) antar kegiatan untuk lebih memudahkan penjadwalan. Keempat hubungan logis tersebut, yaitu : [1]

1. Start to Start (SS)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan $SS(i-j) = b$, yang berarti suatu kegiatan (j) mulai setelah b hari kegiatan (i) mulai. Kegiatan semacam ini terjadi bila sebelum kegiatan terdahulu selesai 100 persen, maka kegiatan (j) boleh dimulai. Besar angka b tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan terdahulu, karena per definisi b adalah sebagian dari kurun waktu kegiatan terdahulu. [1]

2. Start to Finish (SF)

Konstrain ini menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan $SF(i-j) = d$, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu mulai. Jadi, dalam hal ini sebagian dari porsi kegiatan terdahulu harus selesai sebelum bagian akhir kegiatan yang dimaksud boleh diselesaikan. [1]

3. Finish to Start (FS)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan

selesainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan $FS(i-j) = a$, yang berarti kegiatan (j) mulai a hari, setelah kegiatan yang mendahuluinya (i) selesai. [1]

Contoh: pengecoran kepala kolom (j) dapat dimulai setelah pengecoran semua kolom (i) selesai. [1]

4. Finish to Finish (FF)

Konstrain ini memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan $FF(i-j) = c$, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai. Besar angka c tidak boleh melebihi angka kurun waktu kegiatan bersangkutan (j) [1]

Pada umumnya, konstrain yang digunakan untuk penjadwalah adalah finish-to-start karena untuk menghindari penumpukan (overlap) dan lag sehingga jadwal menjadi lebih mudah dimengerti dan dianalisis. Konstrain start-to-start, start-to-finish, atau finish-to-start sebaiknya hanya digunakan jika hanya terjadi hubungan antar kegiatan yang tidak dapat direpresentasikan dengan finish-to-start. [1]

Jalur dan kegiatan kritis PDM mempunyai sifat sebagai berikut:

1. Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama.
($ES = LS$)
2. Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama.
($EF = LF$)
3. Kurun waktu kegiatan adalah sama dengan perbedaan waktu selesai paling akhir dengan waktu mulai paling awal.

$$LF - ES = D$$

4. Bila hanya sebagian dari kegiatan bersifat kritis, maka kegiatan tersebut secara utuh dianggap kritis.

2.3.6 Kurva S

Kurva S adalah hasil plot dari barchart, bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan-kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan proses pelaksanaan proyek (Callahan, 1992). Definisi lain, kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (progress) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu (Soeharto, 1997). Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana (Husen, 2011).

[1]

Dari beberapa definisi di atas, dapat diambil kesimpulan bahwa kurva S memiliki fungsi sebagai berikut:

[1]

1. Untuk menganalisis *progress* suatu proyek secara keseluruhan.
2. Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.
3. Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S aktual (Iman Soeharto, 1998).

Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam membuat kurva S adalah sebagai berikut: [1]

1. Menghitung durasi tiap item pekerjaan.
2. Menghitung % bobot masing-masing pekerjaan, dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{Presentase Bobot Pekerjaan} = \frac{\text{Harga Pekerjaan}}{\text{Harga Tota Pekerjaan}} \times 100 \%$$

3. Membagi % bobot pekerjaan dengan durasi kemudian meletakkan pada kolom hari/minggu pelaksanaan. Membuat kumulatif dari % bobot biaya pekerjaan pada baris % kumulatif bobot biaya.

2.4 Quality Control

Quality control meliputi semua kegiatan yang berhubungan dengan pemantauan dan pengkajian hasil proyek (baik hasil antara atau final) untuk menentukan apakah telah memenuhi persyaratan yang ditentukan, kemudian mengidentifikasi cara untuk menghilangkan sebab terjadinya penyimpangan.

2.4.4 Beton Ready Mix

Pekerjaan beton dalam proyek pembangunan Gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya menggunakan beton *ready mix*. Beton *ready mix* banyak digunakan karena dapat menghemat waktu pembuatan beton. Selain itu penggunaan beton *ready mix* juga dapat meminimalisir penggunaan lahan untuk material pembuatan beton (pasir, kerikil, semen, dll). Untuk menghasilkan mutu beton yang memenuhi karakteristik yang diinginkan maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu.

Pengendalian mutu beton *ready mix* pada proyek Gedung Apartemen Menara Rungkut Surabaya ini dilakukan sebelum proses pengecoran dimulai, yaitu pada saat truk *mixer* datang. Evaluasi yang dilakukan antara lain adalah melakukan *slump test* dan pengambilan *sample* untuk diuji kuat tekan beton di laboratorium.

a. Slump Test

Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 5.6.2, alat yang digunakan untuk *slump test* adalah cetakan dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta semen. Pada proyek pembangunan Hotel Gold Vitel Surabaya digunakan beton dengan mutu K-300 hingga K-500 dengan nilai *slump* yang diisyaratkan adalah berkisar 12 ± 2 cm. Jika hasilnya benar maka

pengecoran bisa dilakukan, namun apabila dari hasil *slump test* yang dilakukan kurang atau melebihi persyaratan yang diajukan maka pengawas berhak menolak/tidak menyetujui beton *ready mix* tersebut.

b. Uji Tekan

Uji kuat tekan bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton (kuat tekan maksimum yang dapat diterima beton sampai beton mengalami kehancuran), serta dapat menentukan waktu untuk pembongkaran bekisting balok dan pelat lantai. Pengambilan sampel untuk uji kuat tekan beton adalah sebanyak 8 sampel berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Uji kuat tekan pada benda uji dilakukan masing-masing 2 benda uji pada usia 7 hari, 14 hari, 21 hari, dan 28 hari. Jika hasil uji kuat tekkan beton dari laboratorium memenuhi syarat, maka pekerjaan konstruksi beton sudah memenuhi syarat dan kriteria mutu yang direncanakan. Namun apabila mutu beton tidak memenuhi syarat, maka selanjutnya dilakukan pengujian beton keras yaitu dengan hammer drill dan core drill secara acak.

2.4.5 Besi Tulangan

Syarat tulangan pada proyek pembangunan Hotel Gold Vitel Surabaya yaitu U-32. Dimana saat besi datang dilakukan pengukuran besi dan uji tarik. Pengecekan kondisi fisik meliputi diameter besi beton dan jumlah lonjor sesuai yang dipesan. Untuk melakukan uji kuat tarik, diambil sampel besi beton secara acak sesuai diameter yang dipesan, kemudian besi beton tersebut dibawa ke laboratorium untuk mengetahui apakah mutu baja sesuai dengan mutu baja rencana. Apabila mutu baja dari besi beton tersebut telah sesuai, maka pekerjaan selanjutnya dapat dilakukan. Namun, apabila mutu baja besi beton tidak memenuhi syarat, maka akan dilakukan reject atau pengembalian barang untuk ditukar dengan besi beton yang sesuai dengan spesifikasi rencana.



Gambar 2. 7. Uji diameter fisik dan Uji tarik

Sumber : google

2.4.6 Bekisting

Berdasarkan SNI-2847- 2013 pasal 6.1 dan pasal 6.2. Desain cetakan harus menghasilkan elemen struktur yang memenuhi persyaratan meliputi bentuk, garis, dan dimensi bekisting. Selain itu kekuatan dan kelayakan material bekisting untuk menahan beban juga harus diperhatikan. Untuk bekisting yang akan digunakan kembali setelah dipakai, maka harus dibersihkan dengan cara menyemprotkan air hingga bersih, dan untuk pembongkaran bekisting juga harus dilakukan dengan cara yang tepat agar tidak mengurangi keamanan dan kemampuan layan struktur. Pada saat pembongkaran bekisting beton, beton harus sudah cukup umur agar tidak terjadi kerusakan.

2.5 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi yang selanjutnya disingkat K3 Konstruksi adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi (PerMen PU No. 05 Tahun 2014 Pasal 1). Kesehatan dan keselamatan

yang tinggi di tempat kerja merupakan hak pekerja yang wajib dipenuhi oleh perusahaan. Demikian juga dengan pekerjaan jasa konstruksi bangunan yang mempunyai resiko sangat tinggi. Dalam sebuah proyek tentunya memiliki tim ahli K3 yang salah satu tugasnya adalah menerapkan peraturan-peraturan yang harus dipatuhi oleh semua orang yang berada di proyek. Beberapa cara untuk meminimalisir kecelakaan kerja adalah dengan penempatan rambu-rambu K3, kewajiban memakai alat pelindung diri (APD), pengecekan alat berat secara berkala, dan lain-lain.



Gambar 2. 8. Alat Pelindung Diri

Sumber : google

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Uraian Umum

Uraian metodologi yang digunakan dalam pembahasan tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Perumusan Masalah
Sebelum mengerjakan tugas akhir ini, harus memahami permasalahan yang akan dibahas. Hal ini berguna agar hasil dari tugas akhir ini tidak menyimpang dari permasalahan yang akan dibahas.
2. Pengumpulan Data
Untuk mengetahui biaya dan waktu pelaksanaan proyek memerlukan suatu acuan yang berupa data. Data yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :
 - a. Data Primer
 - Survey Lapangan
 - Harga bahan dan material
 - Spesifikasi alat berat
 - Harga sewa alat berat
 - b. Data Sekunder
 - Gambar Kerja
 - Gambar struktur pembangunan Apartemen Menara Rungkut Surabaya
 - Gambar arsitektur pembangunan Apartemen Menara Rungkut Surabaya
 - Referensi Buku
3. Pengolahan Data
Pada tahap ini data yang telah diperoleh diolah untuk mencapai tujuan awal dari tugas akhir ini.
4. Penyusunan Rincian Pekerjaan
Sebelum melakukan perhitungan, perencana membuat rincian (pengelompokan) pekerjaan apa saja yang akan dihitung. Rincian pekerjaan yaitu sebagai berikut :
 - a. Pekerjaan Persiapan
 - Pekerjaan Pemagaran

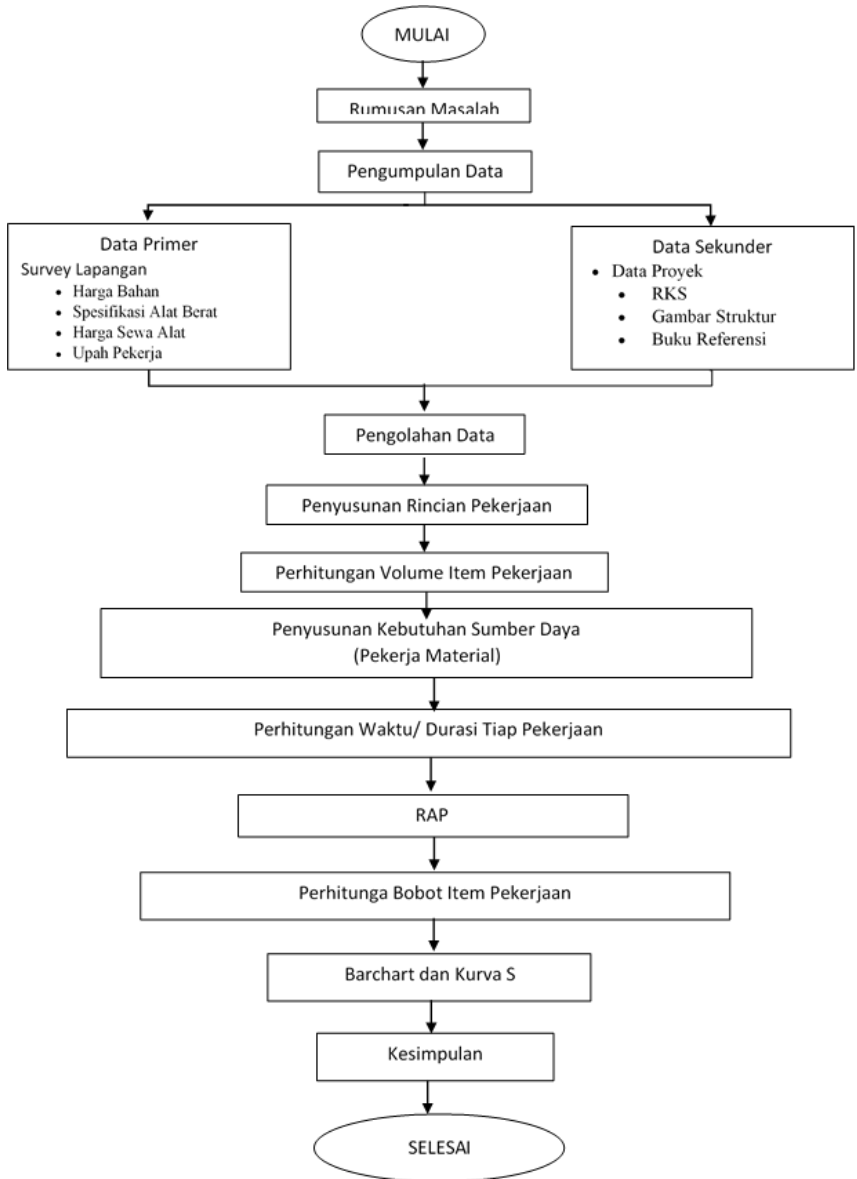
- Pekerjaan Pengukuran
- Pekerjaan Bouwplank
- b. Pekerjaan Tanah
 - Pekerjaan Galian Tanah
 - Pekerjaan Pondasi
- c. Pekerjaan Bekisting
 - Bekisting *pilecap*
 - Bekisting sloof
 - Bekisting kolom
 - Bekisting balok
 - Bekisting pelat lantai
 - Bekisting tangga
- d. Pekerjaan *Scaffolding*
 - *Scaffolding* Balok
 - *Scaffolding* Pelat Lantai
 - *Scaffolding* Tangga
- e. Pekerjaan Pembesian
 - Penulangan *pilecap*
 - Penulangan sloof
 - Penulangan kolom
 - Penulangan balok
 - Penulangan pelat lantai
 - Penulangan tangga
- f. Pekerjaan Pengecoran
 - Pengecoran *pilecap*
 - Pengecoran sloof
 - Pengecoran kolom
 - Pengecoran balok
 - Pengecoran pelat lantai
 - Pengecoran tangga
- g. Perhitungan Volume

Menghitung volume setiap pekerjaan struktur agar dapat merencanakan biaya dan waktu.
- h. Perhitungan Durasi

Menghitung durasi waktu yang dibutuhkan dalam setiap pekerjaan dengan memperhatikan kapasitas tenaga dan kapasitas produksi setiap alat.

- i. Perhitungan Biaya
Menghitung biaya yang dibutuhkan dalam setiap pekerjaan.
- j. Penyusunan Kurva S
Pada tahap ini membuat bar chart yang kemudian dihitung bobot per item pekerjaannya sehingga dapat membentuk diagram kurva S yang berfungsi untuk pemantauan pelaksanaan proyek
- k. RAP dan Kurva S
Pada tahap ini yaitu hasil akhir yang diperoleh apabila kurva S sudah sesuai, maka berarti metode pelaksanaan yang digunakan pada proyek ini sudah benar dan dapat digunakan.
- l. Hasil dan Pembahasan
Perhitungan anggaran biaya pekerja struktur bawah dan struktur atas serta perhitungan waktu proyek tersebut.
- m. Kesimpulan
Dari hasil analisa tersebut diperoleh hasil perhitungan berdasarkan Ir. Soedrajat S, Analisa (cara *modern*) Anggaran Biaya Pelaksanaan dan perhitungan waktu penjadwalan proyek yang mana penulis sebagai perencana.

3.2 Flowchart



BAB IV

DATA PROYEK, METODE PELAKSANAAN, PENGENDALIAAN MUTU DAN K3

4.1 Data Umum Proyek

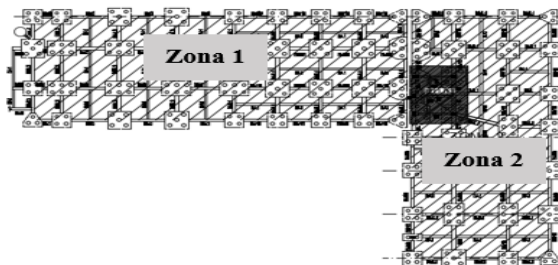
Data proyek yang dibahas dalam perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada proyek pembangunan Apartemen Menara Rungkut Surabaya ini adalah data-data struktur utama dalam proyek tersebut yang meliputi struktur kolom, shearwall, balok, pelat, dan tangga. Berikut data-data proyek Apartemen Menara Rungkut Surabaya :

1. Nama Proyek : Apartemen Menara Rungkut Surabaya
2. Alamat Proyek : Jl. K. Abdul Karim 37-39 Surabaya, Jawa Timur
3. Struktur Bangunan : Konstruksi beton bertulang
4. Kontraktor Pelaksana : PT. Tata Bumi Raya

4.2 Data Fisik Bangunan

4.2.1 Pembagian Zona

Pembagian zona dilakukan untuk mempermudah pekerjaan. Pada proyek ini pembagian zona dibagi menjadi 2.



Gambar 4. 1 Pembagian Zona

Sumber : Data Gambar Pembagian Zona

4.2.2 Tiang Pancang

Tabel 4. 1 Jumlah Pondasi Tiang Pancang

Elemen Pondasi					
No	Zona	Tipe Pondasi	Dimensi		Jumlah Titik
			Diameter	Kedalaman	
1	1	P1	0,40 m	30 m	170 titik
2	2	P1	0,40 m	31 m	140 titik

Sumber : Data Gambar Pondasi Tiang Pancang

4.2.3 Pile Cap

Tabel 4. 2 Jumlah Pile Cap

Elemen Pile Cap						
No	Zona	Tipe Pile Cap	Dimensi			Jumlah
			Panjang	Lebar	Tinggi	
1	1	PC2	1 m	2 m	0.7 m	0
2		PC3	2 m	1.923 m	0.7 m	1
3		PC3T	2 m	1.923 m	1 m	2
4		PC4	2 m	2 m	0.85 m	12
5		PC5	2.414 m	2.414 m	1 m	11
6		PC6	2 m	3 m	1.1 m	8
7		PC5T	3 m	1.866 m	1 m	2
8	2	PC2	1 m	2 m	0.7 m	2
9		PC3	2 m	1.923 m	0.7 m	2

10		PC3T	2 m	1.923 m	1 m	2
11		PC4	2 m	2 m	0.85 m	10
12		PC5	2.414 m	2.414 m	1 m	9
13		PC6	2 m	3 m	1.1 m	5
14		PC5T	3 m	1.866 m	1 m	1

Sumber : Data Gambar Pile Cap

4.2.3 Sloof

Tabel 4. 3 Jumlah Sloof

Elemen Sloof					
No	Zona	Tipe Sloof	Dimensi		
			b	h	L
1	1	BML1	0.35 m	0.5 m	80.4 m
2		BML2	0.35 m	0.5 m	56.4 m
3		BM2	0.35 m	0.5 m	18 m
4		BM1B	0.35 m	0.5 m	72 m
5		BT	0.4 m	0.55 m	3 m
6		BA1	0.25m	0.4 m	54 m
7	2	BML1	0.35 m	0.5 m	96.28 m
8		BM1B	0.35 m	0.5 m	106.08 m
9		BT	0.4 m	0.55 m	6 m
10		BL	0.2 m	0.4 m	39.44 m
11		BA1	0.25 m	0.4 m	62.42 m

Sumber : Data Gambar Sloof

4.2.4 Kolom

Lantai 1

Tabel 4. 4 Jumlah Kolom Lantai 1

Elemen Kolom						
No	Zona	Tipe Kolom	Dimensi			Jumlah
			Panjang	Lebar	Tinggi	
1	1	K2	0.4 m	0.5 m	5.5 m	0
2		K3	0.4 m	0.8 m	5.5 m	3
3		K4	0.4 m	0.8 m	5.5 m	8
4		K5	0.5 m	0.9 m	5.5 m	11
5		K6	0.5 m	0.9 m	5.5 m	8
8	2	K2	0.4 m	0.5 m	5.5 m	2
9		K3	0.4 m	0.8 m	5.5 m	4
10		K4	0.4 m	0.8 m	5.5 m	12
11		K5	0.5 m	0.9 m	5.5 m	8
12		K6	0.5 m	0.9 m	5.5 m	6

Sumber : Data Gambar Kolom

Lantai 2-8

Tabel 4. 5 Jumlah Kolom Lantai 2-9

Elemen Kolom						
No	Zona	Tipe Pile Cap	Dimensi			Jumlah
			Panjang	Lebar	Tinggi	
1	1	K2	0.4 m	0.5 m	3 m	0
2		K3	0.4 m	0.8 m	3 m	3
3		K4	0.4 m	0.8 m	3 m	8
4		K5	0.5 m	0.9 m	3 m	11

5		K6	0.5 m	0.9 m	3 m	8
8	2	K2	0.4 m	0.5 m	3 m	2
9		K3	0.4 m	0.8 m	3 m	4
10		K4	0.4 m	0.8 m	3 m	12
11		K5	0.5 m	0.9 m	3 m	8
12		K6	0.5 m	0.9 m	3 m	6

Sumber : Data Gambar Kolom

4.2.5 Balok

Tabel 4. 6 Jumlah Balok

Elemen Balok					
No	Zona	Tipe Balok	Dimensi		
			b	h	L
1	1	BML1	0.35 m	0.5 m	80.4 m
2		BML2	0.35 m	0.5 m	56.4 m
3		BM2	0.35 m	0.5 m	18 m
4		BM1B	0.35 m	0.5 m	72 m
5		BT	0.4 m	0.55 m	3 m
6		BA1	0.25m	0.4 m	54 m
7	2	BML1	0.35 m	0.5 m	96.28 m
8		BM1B	0.35 m	0.5 m	106.08 m
9		BT	0.4 m	0.55 m	6 m
10		BL	0.2 m	0.4 m	39.44 m
11		BA1	0.25 m	0.4 m	62.42 m

Sumber : Data Gambar Balok

4.2.6 Shear Wall

Lantai 1

Tabel 4. 7 Jumlah Shear Wall Lantai 1

Uraian	Ukuran (m)				
	Shearwall / Kolom			Pintu	
	p	l	h	l	h
Core Lift A					
Pit Core Lift					
Lantai Pit	2.75	2.4	0.25	-	-
Dinding	2.75	2.4	1.8	-	-
Kolom 50/90					
Tul. Utama	0.5	0.9	5.8	-	-
Senggang	0.2	0.3	5.8	-	-
Core Lift					
Dinding	2.2	2.5	4	-	-
Dinding Pintu	2.2	2.5	2	1	2.46
Core Lift B					
Pit Core Lift					
Lantai Pit	3.2	2	0.25	-	-
Dinding	3.2	2	1.8	-	-
Kolom 50/90					
Tul. Utama	0.5	0.9	5.8	-	-

Senggang	0.2	0.3	5.8	-	-
Core Lift					
Dinding	2.5	2	4	1.75	2
Dinding Pintu	2.5	2	2	1	2.46

Sumber : Data Gambar Shear Wall
Tabel 4. 8 Jumlah Shear Wall Lantai 2-9

Uraian	Ukuran (m)				
	Shearwall / Kolom			Pintu	
	p	l	h	l	h
Core Lift A					
Pit Core Lift					
Lantai Pit	2.75	2.4	0.25	-	-
Dinding	2.75	2.4	1.8	-	-
Kolom 50/90					
Tul. Utama	0.5	0.9	4.8	-	-
Senggang	0.2	0.3	4.8	-	-
Core Lift					
Dinding	2.2	2.5	3	-	-
Dinding Pintu	2.2	2.5	2	1	2.46

Core Lift B					
Pit Core Lift					
Lantai Pit	3.2	2	0.25	-	-
Dinding	3.2	2	1.8	-	-
Kolom 50/90					
Tul. Utama	0.5	0.9	4.8	-	-
Senggang	0.2	0.3	4.8	-	-
Core Lift					
Dinding	2.5	2	3	1.75	2
Dinding Pintu	2.5	2	2	1	2.46

Sumber : Data Gambar Shear Wall

4.3 Data Material Bangunan

Tabel 4. 9 Data Material Bangunan

No.	Element	Material	
1.	Pondasi Tiang Pancang	K500	
2.	Lantai Kerja	K125	
3.	Pile Cap dan Sloof	K300	
4.	Kolom	K300	
5.	Balok	K300	
6.	Plat Lantai	K300	
8.	Tangga	K300	
9.	Tulangan	Polos	240 Mpa
		Ulir	390 Mpa

4.4 Data Perhitungan Volume

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
----	------------------	--------	--------

PROYEK MENARA RUNGKUT SURABAYA			
A.	PEKERJAAN PERSIAPAN		
A.1	Pemagaran	217.55	m
A.2	Pengukuran (Uitzet)	5587.231	m2
A.3	Pemasangan Bouwplank	330	m
B.	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH DAN LANTAI 1		
B.1	Pemancangan Zona 1	170	titik
B.2	Pemancangan Zona 2	141	titik
B.3	Galian dan Angkut Pile Cap & Sloof	1354.685	m3
B.4	Pengecoran Lantai Kerja zona 1	15.53991	m3
B.5	Pengecoran Lantai Kerja Zona 2	12.89791	m3
B.6	Pecah Kepala Tiang Pancang Zona 1	170	titik
B.7	Pecah Kepala Tiang Pancang zona 2	141	titik
B.8	Pasang Bekisting Pile Cap Zona 1	311	m2
B.9	Pasang Bekisting Pile Cap Zona 2	258	m2
B.10	Fabrikasi Besi Pile Cap Zona 1	32118.28	kg
B.11	Fabrikasi Besi Pile Cap Zona 2	35391.36	kg
B.12	Pasang Besi Pile Cap Zona 1	32118.28	kg
B.13	Pasang Besi Pile Cap Zona 2	35391.36	kg
B.14	Pasang Bekisting Sloof Zona 1	219.0599	m2
B.15	Pasang Bekisting Sloof Zona 2	171.8493	m2
B.16	Fabrikasi Besi Sloof Zona 1	9591.006	kg
B.17	Fabrikasi Besi Sloof Zona 2	7391.556	kg
B.18	Pasang Besi Sloof Zona 1	9591.006	kg
B.19	Pasang Besi Sloof Zona 2	7391.556	kg
B.20	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 1	12499.4	kg
B.21	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 2	14687.09	kg
B.22	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 1	12499.4	kg

B.23	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 2	14687.09	kg
B.24	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 1	498.20	m2
B.25	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 2	608.64	m2
B.26	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 1	498.20	m2
B.27	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 2	608.64	m2
B.28	Pengecoran Pile Cap dan Sloof Zona 1	232.9206	m3
B.29	Pengecoran Pile Cap dan Sloof Zona 2	186	m3
B.30	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 1	79.53951	m3
B.31	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 2	103.4809	m3
B.32	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 1	498.20	m2
B.33	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 2	608.64	m2
B.34	Reparasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 1	498.20	m2
B.35	Reparasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 1 Zona 2	608.64	m2
B.36	Urugan Pasir Atas Pile Cap	926.8828	m3
B.37	Rabat Beton Zona 1	29.21227	m3
B.38	Rabat Beton Zona 2	24.29774	m3
C.	PEKERJAAN LANTAI 2		
C.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 2 Zona 1	328.30	m2
C.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 2 Zona 2	398.89	m2
C.3	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 1	10.3128	m2
C.4	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 2	20.6856	m2
C.5	Pasang Bekisting Balok Lantai 2 Zona 1	328.30	m2
C.6	Pasang Bekisting Balok Lantai 2 Zona 2	398.89	m2
C.7	Pasang Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 1	10.31	m2
C.8	Pasang Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 2	20.69	m2
C.9	Fabrikasi Besi Balok Lantai 2 Zona 1	9591.006	kg

C.10	Fabrikasi Besi Balok Lantai 2 Zona 2	7391.556	kg
C.11	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 2 Zona 1	3326	kg
C.12	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 2 Zona 2	3381	kg
C.13	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 1 Zona 1	422	m3
C.14	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 1 Zona 2	899	m3
C.15	Pengadaan Halfslab Lantai 2 Zona 1	71	panel
C.16	Pengadaan Halfslab Lantai 2 Zona 2	46.00	panel
C.17	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 2 Zona 1	71	panel
C.18	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 2 Zona 2	46	panel
C.19	Pasang Besi Balok Lantai 2 Zona 1	9591.006	kg
C.20	Pasang Besi Balok Lantai 2 Zona 2	7391.556	kg
C.21	Pasang Besi Plat Lantai 2 Zona 1	3325.946	kg
C.22	Pasang Besi Plat Lantai 2 Zona 2	3380.905	kg
C.23	Pasang Besi Tangga Lantai 1 Zona 1	422.1518	kg
C.24	Pasang Besi Tangga Lantai 1 Zona 2	898.8732	kg
C.25	Pengecoran Balok, Plat Lantai 2 ; Tangga Lantai 1 Zona 1	88.40	m3
C.26	Pengecoran Balok, Plat Lantai 2 ; Tangga Lantai 1 Zona 2	64.47	m3
C.27	Bongkar Bekisting Balok Lantai 2 Zona 1	328.30	m2
C.28	Bongkar Bekisting Balok Lantai 2 Zona 2	398.89	m2
C.29	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 1	10.31	m2
C.30	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 2	20.69	m2
C.31	Reparasi Bekisting Balok Lantai 2 Zona 1	328.30	m2
C.32	Reparasi Bekisting Balok Lantai 2 Zona 2	398.89	m2
C.33	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 1	10.31	m2
C.34	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 2	20.69	m2
C.35	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 1	7499.091	kg
C.36	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 2	8001.501	kg

C.37	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 1	7499.091	kg
C.38	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 2	8001.501	kg
C.39	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 1	235.00	m2
C.40	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 2	358.04	m2
C.41	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 1	41.00858	m3
C.42	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 2	50.78544	m3
C.43	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 1	235.00	m2
C.44	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 2	358.04	m2
C.45	Reparasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 1	235.00	m2
C.46	Reparasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 2 Zona 2	358.04	m2
D.	PEKERJAAN LANTAI 3		
D.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 3 Zona 1	328.30	m2
D.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 3 Zona 2	398.89	m2
D.3	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 1	8.265	m2
D.4	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 2	16.59	m2
D.5	Pasang Bekisting Balok Lantai 3 Zona 1	328.30	m2
D.6	Pasang Bekisting Balok Lantai 3 Zona 2	398.89	m2
D.7	Pasang Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 1	8.27	m2
D.8	Pasang Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 2	16.59	m2
D.9	Fabrikasi Besi Balok Lantai 3 Zona 1	9591.006	kg
D.10	Fabrikasi Besi Balok Lantai 3 Zona 2	7391.556	kg
D.11	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 3 Zona 1	3325.946	kg
D.12	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 3 Zona 2	3380.905	kg
D.13	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 2 Zona 1	389	kg
D.14	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 2 Zona 2	734	kg
D.15	Pengadaan Halfslab Lantai 3 Zona 1	71	panel

D.16	Pengadaan Halfslab Lantai 3 Zona 2	46	panel
D.17	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 3 Zona 1	71	panel
D.18	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 3 Zona 2	46	panel
D.19	Pasang Besi Balok Lantai 3 Zona 1	9591.006	kg
D.20	Pasang Besi Balok Lantai 3 Zona 2	7391.556	kg
D.21	Pasang Besi Plat Lantai 3 Zona 1	3325.946	kg
D.22	Pasang Besi Plat Lantai 3 Zona 2	3380.905	kg
D.23	Pasang Besi Tangga Lantai 2 Zona 1	389.4874	kg
D.24	Pasang Besi Tangga Lantai 2 Zona 2	734.3467	kg
D.25	Pengecoran Balok, Plat Lantai 3 ; Tangga Lantai 2 Zona 1	88.08	m3
D.26	Pengecoran Balok, Plat Lantai 3 ; Tangga Lantai 2 Zona 2	63.85	m3
D.27	Bongkar Bekisting Balok Lantai 3 Zona 1	328.30	m2
D.28	Bongkar Bekisting Balok Lantai 3 Zona 2	398.89	m2
D.29	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 1	8.27	m2
D.30	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 2	16.59	m2
D.31	Reparasi Bekisting Balok Lantai 3 Zona 1	328.30	m2
D.32	Reparasi Bekisting Balok Lantai 3 Zona 2	398.89	m2
D.33	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 1	8.27	m2
D.34	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 2	16.59	m2
D.35	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 1	7499.091	kg
D.36	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 2	8001.501	kg
D.37	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 1	7499.091	kg
D.38	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 2	8001.501	kg
D.39	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 1	235.00	m2
D.40	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 2	358.04	m2
D.41	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 1	41.00858	m3

D.42	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 2	50.78544	m3
D.43	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 1	235.00	m2
D.44	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 3 Zona 2	358.04	m2
E.	PEKERJAAN LANTAI 4		
E.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 4 Zona 1	328.30	m2
E.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 4 Zona 2	398.89	m2
E.3	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 1	8.27	m2
E.4	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 2	16.59	m2
E.5	Pasang Bekisting Balok Lantai 4 Zona 1	328.30	m2
E.6	Pasang Bekisting Balok Lantai 4 Zona 2	398.89	m2
E.7	Pasang Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 1	8.27	m2
E.8	Pasang Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 2	16.59	m2
E.9	Fabrikasi Besi Balok Lantai 4 Zona 1	9591.01	kg
E.10	Fabrikasi Besi Balok Lantai 4 Zona 2	7391.56	kg
E.11	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 4 Zona 1	3325.95	kg
E.12	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 4 Zona 2	3380.90	kg
E.13	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 3 Zona 1	389.49	kg
E.14	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 3 Zona 2	734.35	kg
E.15	Pengadaan Halfslab Lantai 4 Zona 1	71.00	panel
E.16	Pengadaan Halfslab Lantai 4 Zona 2	46.00	panel
E.17	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 4 Zona 1	71.00	panel
E.18	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 4 Zona 2	46.00	panel
E.19	Pasang Besi Balok Lantai 4 Zona 1	9591.01	kg
E.20	Pasang Besi Balok Lantai 4 Zona 2	7391.56	kg
E.21	Pasang Besi Plat Lantai 4 Zona 1	3325.95	kg
E.22	Pasang Besi Plat Lantai 4 Zona 2	3380.90	kg
E.23	Pasang Besi Tangga Lantai 4 Zona 1	389.49	kg
E.24	Pasang Besi Tangga Lantai 4 Zona 2	734.35	kg

E.25	Pengecoran Balok, Plat Lantai 4 ; Tangga Lantai 3 Zona 1	88.08	m3
E.26	Pengecoran Balok, Plat Lantai 4 ; Tangga Lantai 3 Zona 2	63.85	m3
E.27	Bongkar Bekisting Balok Lantai 4 Zona 1	328.30	m2
E.28	Bongkar Bekisting Balok Lantai 4 Zona 2	398.89	m2
E.29	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 1	8.27	m2
E.30	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 2	16.59	m2
E.31	Reparasi Bekisting Balok Lantai 4 Zona 1	328.30	m2
E.32	Reparasi Bekisting Balok Lantai 4 Zona 2	398.89	m2
E.33	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 1	8.27	m2
E.34	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 2	16.59	m2
E.35	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 1	7561.423	kg
E.36	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 2	8811.86	kg
E.37	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 1	7561.423	kg
E.38	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 2	8811.86	kg
E.39	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 1	243.50	m2
E.40	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 2	362.04	m2
E.41	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 1	243.50	m2
E.42	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 2	362.04	m2
E.43	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 1	43.46059	m3
E.44	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 2	52.03155	m3
E.45	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 1	243.50	m2
E.46	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 2	362.04	m2
E.47	Reparasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 1	243.50	m2
E.48	Reparasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 4 Zona 2	362.04	m2

F.	PEKERJAAN LANTAI 5		
F.1	Pasang Bekisting Balok Lantai 5 Zona 1	328.30	m2
F.2	Pasang Bekisting Balok Lantai 5 Zona 2	398.89	m2
F.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 1	8.27	m2
F.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 2	16.59	m2
F.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 5 Zona 1	9591.01	kg
F.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 5 Zona 2	7391.56	kg
F.7	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 5 Zona 1	3325.95	kg
F.8	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 5 Zona 2	3380.90	kg
F.9	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 4 Zona 1	389.49	kg
F.10	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 4 Zona 2	734.35	kg
F.11	Pengadaan Halfslab Lantai 4 Zona 1	71.00	panel
F.12	Pengadaan Halfslab Lantai 4 Zona 2	46.00	panel
F.13	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 4 Zona 1	71.00	panel
F.14	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 4 Zona 2	46.00	panel
F.15	Pasang Besi Balok Lantai 5 Zona 1	9591.01	kg
F.16	Pasang Besi Balok Lantai 5 Zona 2	7391.56	kg
F.17	Pasang Besi Plat Lantai 5 Zona 1	3325.95	kg
F.18	Pasang Besi Plat Lantai 5 Zona 2	3380.90	kg
F.19	Pasang Besi Tangga Lantai 4 Zona 1	389.49	kg
F.20	Pasang Besi Tangga Lantai 4 Zona 2	734.35	kg
F.21	Pengecoran Balok, Plat Lantai 5 ; Tangga Lantai 4 Zona 1	88.08	m3
F.22	Pengecoran Balok, Plat Lantai 5 ; Tangga Lantai 4 Zona 2	63.85	m3
F.23	Bongkar Bekisting Balok Lantai 5 Zona 1	328.30	kg
F.24	Bongkar Bekisting Balok Lantai 5 Zona 2	398.89	m2
F.25	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 1	8.27	m2
F.26	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 2	16.59	m2
F.27	Reparasi Bekisting Balok Lantai 5 Zona 1	328.30	m2

F.28	Reparasi Bekisting Balok Lantai 5 Zona 2	398.89	m2
F.29	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 1	8.27	m2
F.30	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 2	16.59	m2
F.31	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 1	7555.208	m2
F.32	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 2	7968.274	m2
F.33	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 1	7555.208	m2
F.34	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 2	7968.274	m2
F.35	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 1	244.50	kg
F.36	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 2	361.54	kg
F.37	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 1	43.88138	kg
F.38	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 2	51.98202	kg
F.39	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 1	244.50	m2
F.40	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 5 Zona 2	361.54	m2
G.	PEKERJAAN LANTAI 6		
G.1	Pasang Bekisting Balok Lantai 6 Zona 1	328.30	m2
G.2	Pasang Bekisting Balok Lantai 6 Zona 2	398.89	m2
G.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 1	8.27	m2
G.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 2	16.59	m2
G.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 6 Zona 1	9591.01	kg
G.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 6 Zona 2	7391.56	kg
G.7	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 6 Zona 1	3325.95	kg
G.8	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 6 Zona 2	3380.90	kg
G.9	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 5 Zona 1	389.49	kg
G.10	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 5 Zona 2	734.35	kg
G.11	Pengadaan Halfslab Lantai 6 Zona 1	71.00	panel
G.12	Pengadaan Halfslab Lantai 6 Zona 2	46.00	panel

G.13	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 6 Zona 1	71.00	panel
G.14	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 6 Zona 2	46.00	panel
G.15	Pasang Besi Balok Lantai 6 Zona 1	9591.01	kg
G.16	Pasang Besi Balok Lantai 6 Zona 2	7391.56	kg
G.17	Pasang Besi Plat Lantai 6 Zona 1	3325.95	kg
G.18	Pasang Besi Plat Lantai 6 Zona 2	3380.90	kg
G.19	Pasang Besi Tangga Lantai 5 Zona 1	389.49	kg
G.20	Pasang Besi Tangga Lantai 5 Zona 2	734.35	kg
G.21	Pengecoran Balok, Plat Lantai 6 ; Tangga Lantai 5 Zona 1	88.08	m3
G.22	Pengecoran Balok, Plat Lantai 6 ; Tangga Lantai 5 Zona 2	63.85	m3
G.23	Bongkar Bekisting Balok Lantai 6 Zona 1	328.30	kg
G.24	Bongkar Bekisting Balok Lantai 6 Zona 2	398.89	m2
G.25	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 1	8.27	m2
G.26	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 2	16.59	m2
G.27	Reparasi Bekisting Balok Lantai 6 Zona 1	328.30	m2
G.28	Reparasi Bekisting Balok Lantai 6 Zona 2	398.89	m2
G.29	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 1	8.27	m2
G.30	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 2	16.59	m2
G.31	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 1	5030.904	m2
G.32	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 2	5912.956	m2
G.33	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 1	5030.904	m2
G.34	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 2	5912.956	m2
G.35	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 1	198.00	kg
G.36	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 2	329.04	kg
G.37	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 1	198.00	kg

G.38	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 2	329.04	kg
G.39	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 1	29.59501	m3
G.40	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 2	41.9932	m3
G.41	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 1	198.00	m2
G.42	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 2	329.04	m2
G.43	Reparasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 1	198.00	m2
G.44	Reparasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 6 Zona 2	329.04	m2
H.	PEKERJAAN LANTAI 7		
H.1	Pasang Bekisting Balok Lantai 7 Zona 1	328.30	m2
H.2	Pasang Bekisting Balok Lantai 7 Zona 2	398.89	m2
H.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 6 Zona 1	8.27	m2
H.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 6 Zona 2	16.59	m2
H.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 7 Zona 1	9591.01	kg
H.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 7 Zona 2	7391.56	kg
H.7	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 7 Zona 1	3325.95	kg
H.8	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 7 Zona 2	3380.90	kg
H.9	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 6 Zona 1	389.49	kg
H.10	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 6 Zona 2	734.35	kg
H.11	Pengadaan Halfslab Lantai 7 Zona 1	71.00	panel
H.12	Pengadaan Halfslab Lantai 7 Zona 2	46.00	panel
H.13	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 7 Zona 1	71.00	panel
H.14	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 7 Zona 2	46.00	panel
H.15	Pasang Besi Balok Lantai 7 Zona 1	9591.01	kg
H.16	Pasang Besi Balok Lantai 7 Zona 2	7391.56	kg
H.17	Pasang Besi Plat Lantai 7 Zona 1	3325.95	kg
H.18	Pasang Besi Plat Lantai 7 Zona 2	3380.90	kg

H.19	Pasang Besi Tangga Lantai 6 Zona 1	389.49	kg
H.20	Pasang Besi Tangga Lantai 6 Zona 2	734.35	kg
H.21	Pengecoran Balok, Plat Lantai 7 ; Tangga Lantai 6 Zona 1	88.08	m3
H.22	Pengecoran Balok, Plat Lantai 7 ; Tangga Lantai 6 Zona 2	63.85	m3
H.23	Bongkar Bekisting Balok Lantai 7 Zona 1	328.30	m2
H.24	Bongkar Bekisting Balok Lantai 7 Zona 2	398.89	m2
H.25	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 1	8.27	m2
H.26	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 2	16.59	m2
H.27	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 1	5030.90	kg
H.28	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 2	5912.96	kg
H.29	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 1	5030.90	kg
H.30	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 2	5912.96	kg
H.31	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 1	198.00	m2
H.32	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 2	329.04	m2
H.33	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 1	29.60	m3
H.34	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 2	41.99	m3
H.35	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 1	198.00	m2
H.36	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 2	329.04	m2
H.37	Reparasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 1	198.00	m2
H.38	Reparasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 7 Zona 2	329.04	m2
I.	PEKERJAAN LANTAI 8		
I.1	Pasang Bekisting Balok Lantai 8 Zona 1	328.30	m2
I.2	Pasang Bekisting Balok Lantai 8 Zona 2	398.89	m2
I.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 1	8.27	m2
I.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 2	16.59	m2

I.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 8 Zona 1	9591.01	kg
I.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 8 Zona 2	7391.56	kg
I.7	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 8 Zona 1	3325.95	kg
I.8	Fabrikasi Besi Pelat Lantai 8 Zona 2	3380.90	kg
I.9	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 7 Zona 1	389.49	kg
I.10	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 7 Zona 2	734.35	kg
I.11	Pengadaan Halfslab Lantai 8 Zona 1	71.00	panel
I.12	Pengadaan Halfslab Lantai 8 Zona 2	46.00	panel
I.13	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 8 Zona 1	71.00	panel
I.14	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai 8 Zona 2	46.00	panel
I.15	Pasang Besi Balok Lantai 8 Zona 1	9591.01	kg
I.16	Pasang Besi Balok Lantai 8 Zona 2	7391.56	kg
I.17	Pasang Besi Plat Lantai 8 Zona 1	3325.95	kg
I.18	Pasang Besi Plat Lantai 8 Zona 2	3380.90	kg
I.19	Pasang Besi Tangga Lantai 7 Zona 1	389.49	kg
I.20	Pasang Besi Tangga Lantai 7 Zona 2	734.35	kg
I.21	Pengecoran Balok, Plat Lantai 8 ; Tangga Lantai 7 Zona 1	88.08	m3
I.22	Pengecoran Balok, Plat Lantai 8 ; Tangga Lantai 7 Zona 2	63.85	m3
I.23	Bongkar Bekisting Balok Lantai 8 Zona 1	328.30	m2
I.24	Bongkar Bekisting Balok Lantai 8 Zona 2	398.89	m2
I.25	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 1	8.27	m2
I.26	Bongkar Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 2	16.59	m2
I.27	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 1	5030.90	kg
I.28	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 2	5912.96	kg
I.29	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 1	5030.90	kg
I.30	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 2	5912.96	kg

I.31	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 1	198.00	m2
I.32	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 2	329.04	m2
I.33	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 1	29.60	m3
I.34	Pengecoran Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 2	41.99	m3
I.35	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 1	198.00	m2
I.36	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lantai 8 Zona 2	329.04	m2
J.	PEKERJAAN LANTAI ATAP		
J.1	Pasang Bekisting Balok Lantai Atap Zona 1	328.30	m2
J.2	Pasang Bekisting Balok Lantai Atap Zona 2	398.89	m2
J.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 8 Zona 1	8.27	m2
J.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 8 Zona 2	16.59	m2
J.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai Atap Zona 1	9591.01	kg
J.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai Atap Zona 2	7391.56	kg
J.7	Fabrikasi Besi Pelat Lantai Atap Zona 1	3325.95	kg
J.8	Fabrikasi Besi Pelat Lantai Atap Zona 2	3380.90	kg
J.9	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 8 Zona 1	389.49	kg
J.10	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 8 Zona 2	734.35	kg
J.11	Pengadaan Halfslab Lantai Atap Zona 1	71.00	panel
J.12	Pengadaan Halfslab Lantai Atap Zona 2	46.00	panel
J.13	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai Atap Zona 1	71.00	panel
J.14	Pengangkatan dan Ereksi Halfslab Lantai Atap Zona 2	46.00	panel
J.15	Pasang Besi Balok Lantai Atap Zona 1	9591.01	kg
J.16	Pasang Besi Balok Lantai Atap Zona 2	7391.56	kg
J.17	Pasang Besi Plat Lantai Atap Zona 1	3325.95	kg
J.18	Pasang Besi Plat Lantai Atap Zona 2	3380.90	kg
J.19	Pasang Besi Tangga Lantai 8 Zona 1	389.49	kg
J.20	Pasang Besi Tangga Lantai 8 Zona 2	734.35	kg

J.21	Pengecoran Balok, Plat Lantai Atap ; Tangga Lantai 8 Zona 1	88.08	m3
J.22	Pengecoran Balok, Plat Lantai Atap ; Tangga Lantai 8 Zona 2	63.85	m3
J.23	Bongkar Bekisting Balok Lantai Atap Zona 1	328.30	m2
J.24	Bongkar Bekisting Balok Lantai Atap Zona 2	398.89	m2
J.25	Bongkar Bekisting Tangga Lantai Atap Zona 1	8.27	m2
J.26	Bongkar Bekisting Tangga Lantai Atap Zona 2	16.59	m2
K.	Sewa TC dan Scaffolding		
K.1	Sewa TC	1	buah
K.2	Sewa Scaffolding	752	buah

4.5 Tahapan Pelaksanaan

4.5.1 Pekerjaan Persiapan

- Pekerjaan pemagaran keliling dengan menggunakan tenaga manusia. Pekerjaan pemagaran menggunakan seng gelombang yang dipasang pada rangka kayu.



Gambar 4. 2 Pemagaran Sekitar Lokasi Proyek

- Pengukuran dan bouwplank
Metode pelaksanaan pekerjaan pengukuran dan pemasangan bouwplank, mencakup pekerjaan pengukuran yaitu pekerjaan pemetaan/survey terhadap lokasi proyek yang akan dikerjakan, mencakup :

- Pengukuran batas luas lahan (site).
- Pengukuran batas bangunan.
- Pengukuran as bangunan.

Pekerjaan pengukuran dengan memakai pesawat theodolith. Pengukuran ini sangat penting alasannya yaitu merupakan dasar dari pembangunan proyek, posisi bangunan baik arah horizontal maupun vertical. Setelah pekerjaan pengukuran dilanjutkan dengan pekerjaan pasang bouwplank. Bouwplank yaitu alat bantu untuk menciptakan sudut (90°) dan ketinggian/elevasi lantai.

Bouwplank dibentuk dari papan atau kaso. Pemasangan bouwplank dilakukan pada jarak 1 m di luar skema yang akan dibuat, tujuannya semoga bouwplank tidak terbongkar ketika penggalian pondasi.



Gambar 4. 3Pemasangan Bouwplank

4.5.2 Pondasi

Pada pekerjaan pondasi ini, pondasi yang digunakan adalah tiang pancang. Proses dari pemancangan adalah : [4]

1. Alat pancang ditempatkan sedemikian rupa sehingga *hammer* jatuh pada patok titik pancang yang telah ditentukan.
2. Tiang diangkat pada titik angkat yang telah disesuaikan pada setiap pancang.

3. Tiang didirikan disamping *driving lead* dan kepala tiang dipasang pada helmer yang telah dilapisi kayu sebagai pelindung dan pegangan kepala tiang.
4. Ujung bawah tiang didudukan secara cermat diatas patok pancang yang telah ditentukan.
5. Penyelesaian vertikal tiang dilakukan dengan mengatur panjang *backstay* sambil diperiksa dengan *waterpass* sehingga diperoleh posisi yang betul-betul vertikal.
6. Sebelum pemancangan dimulai, bagian bawah tiang diklem dengan *center gate* pada dasar *driving lead* agar posisi tiang tidak bergeser selama pemancangan, terutama untuk tiang batang batang pertama.
7. Pemancangan dimulai dengan mengangkat dan menjatuhkan *hammer* secara berkesinambungan ke atas helmet yang terpasang di atas kepala tiang.

Untuk pemotongan kepala tiang pancang dilakukan secara manual menggunakan *hammer* sesuai dengan gambar *shop drawing*.

4.5.3 Pile Cap

Pada pekerjaan pile cap ini, terdapat 7 tipe pile cap. Proses dari pemasangan pile cap adalah :

1. Tulangan pilecap yang sebelumnya telah dipotong dan dibentuk menggunakan alat bar bending dan bar cutter.
2. Tulangan pancang disambungkan dengan tulangan pilecap yang telah dirakit sebelumnya sesuai dengan gambar shop drawing.
3. Pemasangan bekisting pilecap dengan menggunakan batako.
4. Dilakukan pengecoran dengan menggunakan beton ready mix.

4.5.4 Sloof

1. Pekerjaan bekisting sloof
 - a. Pasang bekisting sloof menggunakan batako pada ketiga sisi sloof
2. Pekerjaan pembesian sloof [6]
 - a. Pemotongan dan pembengkokan besi beton

- b. Membuat marking as dan dimensi
 - c. Pasang tulangan utama sesuai jumlah, panjang, diameter dan posisinya
 - d. Pasang tulangan utama sesuai jumlah, panjang, diameter dan posisinya
 - e. Pasang pembesian sengkang sesuai jumlah dan jaraknya dan ikat dengan kawat beton
 - f. Pasang konduit & block out bila ada pekerjaan terkait
3. Pekerjaan pengecoran [6]
- a. Cek pembesian dan instalasi pekerjaan terkait
 - b. Pasang acuan level permukaan dengan kayu / besi
 - c. Pasang talang pengecoran sesuai sequence pengecoran
 - d. Lakukan pengecoran & padatkan dengan concrete vibrator
 - e. Ratakan permukaan dengan garuk kayu dan cek level dengan
 - f. Lakukan curing setelah beton setting
 - g. Pekerjaan pembongkaran bekisting

4.5.5 Kolom dan Shearwall

1. Pekerjaan pembesian kolom dan shearwall [6]
 - a. Buat bending list sesuai gambar kerja tulangan kolom
 - b. Marking posisi tulangan dan posisi beton kolom
 - c. Pasang tulangan kolom sesuai jumlah dan diameter tulangan, sesuai gambar kerja
 - d. Pasang sengkang / begel, sesuai jarak dan jumlah yang sudah ditentukan dan ikat kuat-kuat untuk menjaga tulangan bergeser
 - e. Pasang beton deking (selimut beton), pada 4 sisinya
 - f. Periksa jika ada pekerjaan terkait (sparing, block out, conduit, dll) jika ada
 - g. Lanjutkan pekerjaan berikutnya (bekisting)
2. Pekerjaan bekisting kolom dan shearwall [6]
 - a. Marking posisi bekisting kolom pada lantai

- b. Buat panel-panel bekisting kolom sesuai dimensi kolom, dengan jarak rangka yang kuat, untuk menahan tekanan beton.
 - c. Pasang panel bekisting Kolom
 - d. Pasang klem bekisting kolom sesuai gambar kerja
 - e. Pasang support dengan kuat, agar posisi kolom tetap tegak / vertikal
 - f. Chek / periksa dengan unting-unting pada ke empat sisi kolom, maksimum penyimpangan 5mm
 - g. Pasang tanda stop cor pada ketinggian yang ditentukan
3. Pekerjaan pengecoran kolom dan shearwall[6]
- a. Chek vertikaliti bekisting kolom, dengan unting-unting minimum 2 sisi
 - b. Periksa besi tulangan sesuai gambar kerja
 - c. Periksa support, klem, kolom harus kuat menahan tekanan beton
 - d. Chek selimut beton, minimum 3 cm sesuai gambar kerja dan pasang batas / stop cor (elevasi sesuai gambar atau maximum 2 cm dari
 - e. dasar balok)
 - f. Periksa sparing/instalasi lain bila ada
 - g. Laksanakan pengecoran dengan menggunakan tremy atau bucket cor maximum tinggi jatuh bebas 1 m
 - h. Padatkan dengan alat vibrator, dan diketuk dengan palu disisi luar bekisting mengikuti arah cor dengan padat dan merata
 - i. Bersihkan sisa-sisa dari tumpahan beton yang tercecer di sekitar area pengecoran
 - j. Bongkar / buka bekisting kolom setelah beton berumur 24 jam
 - k. Setelah bekisting dibuka, periksa beton kolom jika ada yang cacat / keropos segera diperbaiki digrouting dengan material yang sudah disetujui
 - l. Lakukan curring dengan menutupkan karung basah, minimum 36 jam setelah bekisting dibuka.

- m. Untuk Pelaksanaan pengecoran Core Wall /ddg Di cor Perlayer s/d 3- 4 layer agar tidak terjadi Cold Joint

4.5.6 Balok

1. Pekerjaan bekisting balok
 - a. Pasang bekisting balok menggunakan multipleks pada ketiga sisi sloof

2. Pekerjaan pembesian balok [6]
 - a. Pemotongan dan pembengkokan besi beton
 - b. Membuat marking as dan dimensi
 - c. Pasang tulangan utama sesuai jumlah, panjang, diameter dan posisinya
 - d. Pasang tulangan utama sesuai jumlah, panjang, diameter dan posisinya
 - e. Pasang pembesian sengkang sesuai jumlah dan jaraknya dan ikat dengan kawat beton
 - f. Pasang konduit & block out bila ada pekerjaan terkait

3. Pekerjaan pengecoran [6]
 - a. Cek pembesian dan instalasi pekerjaan terkait
 - b. Pasang acuan level permukaan dengan kayu / besi
 - c. Pasang talang pengecoran sesuai sequence pengecoran
 - d. Lakukan pengecoran & padatkan dengan concrete vibrator
 - e. Ratakan permukaan dengan garuk kayu dan cek level dengan
 - f. Lakukan curing setelah beton setting

4. Pekerjaan pembongkaran bekisting

4.5.7 Pelat Half Slab

Untuk pelat half slab, difabrikasi di PT. Varia Usaha Beton yang lalu dikirimkan ke tempat proyek. Sehingga di proyek hanya memfabrikasi tulangan overtopping.

1. Pasang perancah pada daerah yang akan dipasang pelat precast
2. Pelat precast yang telah difabrikasi diangkat menggunakan tower crane

3. Pasang pelat precast
4. Grouting pada celah antar pelat precast sebagai sambungan
5. Pada atas pelat precast diberi shear connector
6. Cor pelat precast menggunakan ready mix sesuai dengan ketebalan rencana.

4.6 Pengendalian Mutu (*Quality Control*)

Guna mendapatkan hasil yang baik dan proses pembangunan dapat berjalan lancar sesuai dengan perencanaan yang telah disepakati diawal, maka pelaksanaan suatu proyek harus dilengkapi dengan pengendalian mutu. Pengendalian mutu dalam hal ini dapat diartikan pemenuhan persyaratan karakteristik suatu produk yang sesuai dengan yang dibutuhkan. Keuntungan dari pengendalian mutu sangatlah banyak. Dari segi pemilik/*owner* pengendalian mutu berguna untuk memberikan keyakinan bahwa produk atau hasil akhir yang mereka dapatkan sesuai dengan rencana yang telah disepakati diawal perencanaan. Pengendalian mutu juga berguna agar dapat mengetahui hal-hal apa saja yang belum memenuhi kriteria sehingga dapat ditanggulangi dengan cepat sebelum kesalahan berakibat fatal. Sedangkan dari segi kontraktor adanya pengendalian mutu berguna untuk menghindari pengerjaan ulang yang diakibatkan karena kesalahan pengerjaan sehingga tidak mengalami pembengkakan biaya akibat pekerjaan *defect*.

4.6.1 Beton *Ready Mix*

Pekerjaan beton dalam proyek pembangunan Apartemen Menara Rungkut Surabaya menggunakan beton *ready mix*. Beton *ready mix* banyak digunakan karena dapat menghemat waktu pembuatan beton. Selain itu penggunaan beton *ready mix* juga dapat meminimalisir penggunaan lahan untuk material pembuatan beton (pasir, kerikil, semen). Untuk menghasilkan mutu beton yang memenuhi karakteristik yang diinginkan maka harus dilakukan pengujian terlebih dahulu.

Pengendalian mutu beton *ready mix* pada proyek pembangunan Apartemen Menara Rungkut Surabaya ini dilakukan sebelum proses pengecoran dimulai, yaitu pada saat truk *mixer* datang. Evaluasi yang dilakukan antara lain adalah melakukan *slump test* dan pengambilan *sample* untuk diuji kuat tekan beton di laboratorium

a) *Slump Test*

Slump test pada dasarnya merupakan salah satu pengetesan sederhana untuk mengetahui *workability* beton segar sebelum diterima dan diaplikasikan dalam pekerjaan pengecoran. Pengujian *slump test* dapat mengacu pada SNI 1972-2008 : Cara Uji Slump Beton.



Gambar 4. 4 Test Slump

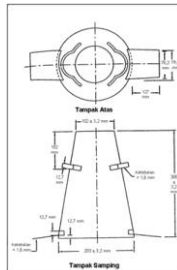
Berdasarkan SNI 1972-2008, pengukuran *slump* dapat dilakukan dengan alat sebagai berikut :

a. Kerucut Abrams :

- Kerucut terpancung, dengan bagian atas dan bawah terbuka
- Diameter atas 102 mm
- Diameter bawah 203 mm
- Tinggi 305 mm
- Tebal plat min 1,5 mm

b. Batang besi penusuk :

- Diameter 16 mm
- Panjang 60 cm
- memiliki salah satu atau kedua ujung berbentuk bulat setengah bola dengan diameter 16 mm



Gambar 4. 5 Kerucut Abraham
Sumber SNI 1972 :2008

Langkah pengujiannya adalah :

- a. Kerucut Abrams (cetakan) dibasahi, ditempatkan di atas permukaan yang datar, dalam kondisi lembab, tidak menyerap air dan kaku
- b. Pengisian cetakan dibagi 3 kali, masing-masing sekitar 1/3 volume cetakan – tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata dan menembus ke lapis sebelumnya/di bawahnya – namun tidak boleh menyentuh dasar cetakan.
- c. Lapis terakhir dilebihkan pengisiannya – setelah dipadatkan lalu diratakan dengan menggelindingkan batang penusuk di atasnya
- d. Segera setelah permukaan atas beton diratakan, cetakan diangkat dengan kecepatan 3-7 detik, diangkat lurus vertikal – tidak boleh diputar atau digeser ke samping selama mengangkat kerucut
- e. Seluruh proses dari awal sampai selesainya pengangkatan cetakan tidak boleh lebih lama dari 2,5 menit
- f. Letakkan cetakan di samping beton yang diuji slump-nya (boleh diletakkan dibalik posisinya) dan ukur nilai slump : penurunan permukaan atas beton pada posisi titik tengah permukaan atasnya

- g. Jika terjadi kegagalan slump (tidak memenuhi kisaran slump yang disyaratkan, keruntuhan benda uji termasuk keruntuhan geser), maka pengujian diulang- maksimal 3 kali, jika masih gagal maka beton dinyatakan tidak memenuhi syarat dan ditolak
- h. Syarat variasi pengukuran yang memenuhi syarat dari 3 pengukuran : minimum 2 memenuhi syarat dengan selisih pengukuran tidak lebih dari 21 mm.

b) Uji Kuat Tekan

Peraturan tentang uji kuat tekan beracuan pada SNI 03-1973-1990. Sebelum melakukan pengujian, peralatan yang digunakan adalah :

- a. Cetakan silinder, diameter 152 mm, tinggi 305 mm;
- b. Tongkat pemadat, diameter 16 mm, panjang 600 mm, dengan ujung dibulatkan, dibuat dari baja yang bersih dan bebas karat;
- c. Mesin pengaduk atau bak pengaduk beton kedap air;
- d. Timbangan dengan ketelitian 0,3% dari berat contoh;
- e. Mesin tekan, kapasitas sesuai kebutuhan;
- f. Satu set alat pelapis (capping);
- g. Peralatan tambahan : ember, sekop, sendok, sendok perata, dan talam;
- h. Satu set alat pemeriksa slump;
- i. Satu set alat pemeriksaan berat isi beton.



Gambar 4. 6 Alat Tes Uji Tekan

Sumber : google

Setelah peralatan disiapkan, berikut ini adalah cara pembuatan benda uji:

- a. Benda uji dibuat dari beton segar yang mewakili campuran beton;
- b. Isilah cetakan dengan adukan beton dalam 3 lapis, tiap-tiap lapis dipadatkan dengan 25 kali tusukan secara merata. Pada saat melakukan pemadatan lapisan pertama, tongkat pemadat tidak boleh mengenai dasar cetakan, pada saat pemadatan lapisan kedua serta ketiga tongkat pemadat boleh masuk kira-kira 25,4 mm kedalam lapisan dibawahnya;
- c. Setelah selesai melakukan pemadatan, ketuklah sisi cetakan perlahan-lahan sampai rongga bekas tusukan tertutup, ratakan permukaan beton dan tutuplah segera dengan bahan yang kedap air serta tahan karat, kemudian biarkan beton dalam cetakan selama 24 jam dan letakkan pada tempat yang bebas dari getaran.
- d. Setelah 24 jam, bukalah cetakan dan keluarkan benda uji, untuk perencanaan campuran beton, rendamlah benda uji dalam bak perndam berisi air pada temperatur 25oC disebutkan untuk pematangan (curing), selama waktu yang dikehendaki, untuk pengendalian mutu beton pada pelaksanaan pembetonan, pematangan (curing) disesuaikan dengan persyaratan.

4.6.2 Bekisting Beton

Pengendalian mutu bekisting beton perlu dilakukan karena cetakan beton/bekisting beton mempengaruhi hasil dari beton yang dikerjakan. Untuk pengendalian mutu pekerjaan bekisting beton dimulai dari desain cetakan (dimensi dan bahan), pembersihan cetakan, dan pembongkaran cetakan, semua itu berdasarkan SNI-2847-2013 pasal 6.1 dan pasal 6.2. Desain cetakan harus menghasilkan elemen struktur yang memenuhi persyaratan meliputi bentuk, garis, dan dimensi bekisting. Selain itu kekuatan dan kelayakan material bekisting untuk menahan

beban juga harus diperhatikan. Untuk bekisting yang akan digunakan kembali setelah dipakai, maka harus dibersihkan dengan cara menyemprotkan air hingga bersih, dan untuk pembongkaran bekisting juga harus dilakukan dengan cara yang tepat agar tidak mengurangi keamanan dan kemampuan layan struktur. Pada saat pembongkaran bekisting beton, beton harus sudah cukup umur agar tidak terjadi kerusakan.

4.6.3 Besi Beton

Besi beton atau tulangan merupakan material yang sangat penting dalam konstruksi bangunan gedung beton bertulang, sehingga mutu dan kualitas material besi beton harus dijaga agar menghasilkan elemen struktur seperti yang sudah direncanakan. Pengendalian mutu besi beton dilakukan sesuai dengan SNI-2847-2013 pasal 7. Pengecekan kondisi fisik tulangan dilakukan pada saat penerimaan material/pada saat trailer pengangkut besi beton tiba di lapangan. Pengecekan kondisi fisik meliputi diameter besi beton dan jumlah lonjor sesuai yang dipesan. Setelah kondisi fisik terpenuhi, selanjutnya dalam proses pemasangan dicek terlebih dahulu apakah besi beton sudah terbebas dari minyak, kotoran, karat, dan tidak mengalami cacat fisik yaitu keretakan dan pengelupasan. Kemudian sebelum dipasang bekisting, besi beton yang sudah berdiri dicek kembali apakah jumlah tulangan utama, sengkang, ukuran kait, bengkokan, jarank antar besi beton, panjang sambungan lewatan/*overlap*, dan ketebalan beton *decking* sudah sesuai dengan rencana.

Selain itu, pengendalian mutu besi beton yaitu dengan cara melakukan uji kuat tarik. Untuk melakukan uji kuat tarik, diambil sampel besi beton secara acak sesuai diameter yang dipesan, kemudian besi beton tersebut dibawa ke laboratorium untuk mengetahui apakah mutu baja sesuai dengan mutu baja rencana. Apabila mutu baja dari besi beton tersebut telah sesuai, maka pekerjaan

selanjutnya dapat dilakukan. Namun, apabila mutu baja es beton tidak memenuhi syarat, maka akan dilakukan *reject* atau pengembalian barang untuk ditukar dengan besi beton yang sesuai dengan spesifikasi rencana.

4.6.4 Pelaksanaan Pengecoran

Pelaksanaan pengecoran dapat dilakukan ketika tulangan dan pemasangan bekisting telah dilakukan. Selain itu, *slump* beton yang dipakai untuk pengecoran telah memenuhi syarat. Selain itu, struktur yang akan dicor juga harus bebas dari kotoran. Dalam pelaksanaan pengecoran proyek pembangunan Apartemen Menara Rungkut Surabaya menggunakan *bucket cor* yang telah dipasang pipa tremi dan diangkat oleh *tower crane*. Dalam pelaksanaanya, tinggi jatuh beton dari *bucket* tidak boleh melebihi satu meter untuk menghindari segregasi (pemisahan air semen dengan agregat). Pelaksanaan pengecoran kolom dan *shearwall* dilakukan secara bertahap sebanyak tiga lapis, yaitu sepertiga dari tinggi dituang beton basah, kemudian di rojok dan divibrasi, kemudian dituang sepertiga lagi dan dirojok serta divibrasi, dan yang terakhir beton basah dituang sampai batas tertentu kemudian dirojok dan divibrasi agar mengisi seluruh celah dan tidak ada udara didalamnya. Sama halnya dengan kolom dan *shearwall*, pengecoran balok, pelat, dan tangga juga menggunakan *concrete bucket* tanpa tremi. Setelah penuangan beton basah, dilakukan vibrasi dan pemerataan menggunakan ruskam kayu.

4.6.5 Perawatan Beton

Perawatan beton atau curing adalah salah satu langkah penting dalam pengendalian mutu beton. Perawatan beton dilakukan agar beton yang dihasilkan dapat memenuhi syarat/kriteria yang telah direncanakan di awal. Setelah proses pengecoran, bekisting kolom dan *shearwall* dapat dilepas setelah 7-8 jam, sedangkan untuk bekisting balok, pelat lantai, dan tangga dapat dilepas

setelah 7-14 hari pengecoran. Setelah bekisting dilepas, permukaan beton yang sudah dicor dirawat dengan meletakkan karung goni yang dibasahi, atau dengan menyiram air pada beton setiap harinya selama 7 hari setelah pengecoran. Hal ini berguna untuk menjaga kelembabab beton.

4.7 Kesehatan dan Keselamatan Kerja

4.7.1 Umum

- Rambu-Rambu Peringatan

Adapun Rambu dalam workshop yang sering dipasang adalah :

1. Rambu Larangan
2. Rambu Peringatan
3. Rambu Pertolongan
4. Rambu Prasyarat

Setiap warna dari setiap rambu memiliki makna masing-masing, seperti dibawah ini :

1. Warna Merah - tanda larangan (Pemadam Api)
2. Warna kuning - tanda peringatan atau waspada atau beresiko bahaya
3. Warna Hijau - tanda zona aman atau pertolongan
4. Warna Biru - tanda wajib ditaati atau prasyarat
5. Warna Putih - tanda informasi umum
6. Warna orange - tanda beracun

	Rambu Simbol	Rambu Simbol dengan Tulisan	Rambu Tulisan
1. PERINTAH 1.1 LARANGAN			
1.2 BENDUKAN			
2.0 WASPADA			
3.0 INFORMASI 3.1 ZONA AMAN			
3.2 PEMADAM API			
3.3 MANDIRI			

Gambar 4. 7 Warna pada Simbol K3

Sumber : google

Penggunaan bentuk rambu yang memuat tanda – tanda atau symbol ada 3 (tiga) bentuk dasar yaitu :

1. Bentuk Bulat - wajib atau bentuk larangan
 2. Segitiga - tanda peringatan
 3. Segi Empat - darurat, informasi dan tanda tambahan
- Rambu-rambu ini harus dipasang di tempat yang strategis serta mudah terlihat dan sesuai dengan situasi kerja. Adapun contoh rambu-rambu yang sering dipasang diarea kerja adalah sebagai berikut :

- Wajib menggunakan topi pengaman (*helmet*) pada daerah sekitar proyek.
 - Dilarang merokok atau menyalakan api pada daerah yang berdekatan dengan tempat penyimpanan bahan-bahan yang mudah terbakar seperti bensin, bahan kimia dan sejenisnya.
 - Wajib menggunakan kaca mata/kedok las bagi tukang las.
 - Wajib menggunakan penutup/pelindung telinga pada daerah yang bising akibat bunyi mesin seperti mesin ketam, mesin gergaji dan sebagainya.
 - Awas tergelincir, awas lubang
 - Dilarang berdiri di tepi bangunan
 - Dan rambu-rambu lainnya sesuai dengan karakteristik bidang pekerjaannya.
- Alat Pelindung Diri (APD)
- Alat pelindung diri merupakan pelindung diri agar tidak mengalami cedera akibat kerja. Untuk pekerjaan konstruksi, pelindung yang harus digunakan antara lain :
1. **Safety Helmet**
Helm, berguna untuk melindungi kepala dari benturan benda yang mungkin jatuh, untuk itu harus dipilih mutu yang terbaik.
 2. **Safety Belt**

Safety belt berperan sebagai pelindung diri saat pekerja bekerja/ada diatas ketinggian.

3. Safety Shoes

Safety shoes berperan untuk menghindar kecelakaan fatal yang menerpa kaki karena benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia dsb.

4. Sepatu Karet

Sepatu safety karet (sepatu boot) yaitu sepatu yang di desain spesial untuk pekerja yang ada di ruang basah (becek atau berlumpur). Umumnya sepatu karet di lapiisi dengan metal membuat perlindungan kaki dari benda tajam atau berat, benda panas, cairan kimia, dll.

5. Sarung Tangan

Berperan sebagai alat pelindung tangan ketika bekerja ditempat atau kondisi yang bisa menyebabkan cedera tangan. Bahan dan bentuk sarung tangan di cocokkan dengan manfaat semasing pekerjaan.

6. Masker (Respirator)

Berperan sebagai penyaring hawa yang dihirup saat bekerja ditempat dengan kualitas hawa jelek (contoh berdebu, beracun, dll).

7. Jas Hujan (Rain Coat)

Berperan melindungi dari percikan air saat bekerja (contoh bekerja pada saat hujan atau tengah membersihkan alat).

8. Kaca Mata Pengaman

Kaca Mata Pengaman (Safety Glasses)

Berperan sebagai pelindung mata saat bekerja (umpamanya mengelas).

9. Penutup Telinga (Ear Plug)

Berperan sebagai pelindung telinga ketika bekerja ditempat yang bisng.

10. Pelindung Muka (Face Shield)

Berperan sebagai pelindung muka dari percikan benda asing saat bekerja (contoh pekerjaan menggerinda).



Gambar 4. 8Alat Pelindung Diri
Sumber : google

- Tersedianya Alat Pemadam Kebakaran
Ketersediaan alat pemadam kebakaran sangat penting disediakan di sebuah projek konstruksi, terutama fire extinguisher atau hidran dikarenakan rawan sekali terjadinya kebakaran. Adapun syarat-syarat pemasangan dan pemeliharaan alat pemadam api ringan. Persyaratan tersebut antara lain :
 1. Mudah dilihat, diakses dan diambil serta dilengkapi dengan tanda pemasangan APAR / Tabung Pemadam.
 2. Tinggi pemberian tanda pemasangan ialah 125 cm dari dasar lantai tepat di atas satu atau kelompok APAR bersangkutan (jarak minimal APAR / Tabung Pemadam dengan lantai minimal 15 cm).
 3. Jarak penempatan APAR / Tabung Pemadam satu dengan lainnya ialah 15 meter atau ditentukan lain oleh pegawai pengawas K3 atau Ahli K3.
 4. Semua Tabung Pemadam / APAR sebaiknya berwarna merah.



Gambar 4. 9Alat Pemandam Api

Sumber : google

4.7.2 Pekerjaan Pembesian

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi:

1. Faktor Lapangan dan Alat

- Pemasangan besi beton yang panjang harus dikerjakan oleh pekerja yang cukup jumlahnya, terutama pada tempat yang tinggi, untuk mencegah besi beton tersebut meliuk/ melengkung dan jatuh.
- Pada waktu memasang besi beton yang vertikal, pekerja harus berhati-hati agar besi beton tidak melengkung dengan cara mengikatkan bambu atau kayu sementara.
- Memasang besi beton di tempat tinggi harus memakai perancah, dilarang keras naik/turun melalui besi beton yang sudah terpasang.
- Ujung-ujung besi beton yang sudah tertanam harus ditutup dengan potongan bambu atau lainnya, baik setiap besi beton masing-masing atau secara kelompok batang besi, untuk mencegah kecelakaan fatal.
- Bila menggunakan pesawat angkat (crane) untuk mengangkat atau menurunkan sejumlah besi beton, harus menggunakan alat bantu angkat yang terbuat dari tali kabel baja (sling) untuk mengikat besi beton menjadi satu dan pada saat pengangkatan atau

penurunan harus dipandu oleh petugas (misal dengan memakai peluit).

- Pengangkatan atau penurunan ikatan besi beton harus mengikuti prosedur operasi pesawat angkat (crane).

2. Faktor manusia

- Semua pekerja yang bekerja di tempat tinggi harus dilengkapi dan menggunakan sabuk pengaman.
- Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
- Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
- Pekerja mengenakan kaca mata khusus untuk pengelasan.
- Memelihara kebersihan dan ketertiban.
- Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

4.7.3 Pekerjaan Bekisting

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi:

1. Faktor lapangan dan alat

- Rute aman harus disediakan pada tiap bagian dari bangunan.
- Bagian bentuk perancah dari pendukung rangkanya bekisting yang menyebabkan tergelincir harus ditutup rapat dengan papan.
- Bentuk sambungan rangka bekisting menara harus direncanakan mampu menerima beban eksternal dan faktor keselamatan harus diperhitungkan.

2. Faktor manusia

- Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
- Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
- Memelihara kebersihan dan ketertiban.
- Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

4.7.4 Pekerjaan Pengecoran

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi :

1. Faktor lapangan dan alat
 - Pemeriksaan semua peralatan dan mesin yang akan digunakan.
 - Pemeriksaan semua perancah, bekisting, dan ikatan penyangga dll.
 - Pemasangan pipa tremi perlu diperiksa agar tidak mudah lepas dari *bucket cor*.
 - Proses pengecoran harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak mengubah posisi bekisting terutama untuk pekerjaan kolom dan *shearwall*.
2. Faktor manusia
 - Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
 - Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
 - Memelihara kebersihan dan ketertiban.
 - Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

4.7.5 Pekerjaan Pembongkaran Bekisting

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi:

1. Faktor lapangan dan alat
 - Memastikan umur beton sudah mencukupi
 - Memeriksa peralatan yang akan dibongkar
 - Memastikan keamanan pengangkatan bekisting
2. Faktor manusia
 - Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
 - Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
 - Memelihara kebersihan dan ketertiban.
 - Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

4.7.6 Pekerjaan Half Slab

Tabel 4. 10 K3 pada Halfslab

No	Pekerjaan	Potensi Cidera	Konsekuensi	Pengendalian Resiko
1	Pembesian untuk overtopping plat	Tergores besi	Luka sayat dan goresan	Menggunakan helm dan sarung tangan
		Terhirup debu besi	Mengalami gangguan pernapasan	Adanya rambu peringatan bahaya serbuk besi
				Menggunakan masker
		Tangan atau jari terjepit alat pemotong besi	Retak tulang, cidera pada tubuh	Menggunakan sarung tangan, safety shoes, dan kacamata
		Terjepit bar bender	Retak tulang, cidera pada tubuh	Menggunakan sarung tangan
		Terkena putaran gerinda	Cidera pada tubuh dan memerlukan perawatan medis	Menggunakan sarung tangan, safety shoes, dan kacamata
		Terkena percikan api/geram besi dari gerinda potong	Iriasi pada kulit	Menggunakan sarung tangan, safety shoes, dan kacamata
		Tertimpa tulangan yang telah dirakit	Cidera pada tubuh dan memerlukan perawatan medis	Menggunakan helm, safety shoes dan Sarung tangan
		Terkena ledakan tabung oksigen	Cacat permanen pada tubuh	Memasang rambu bahaya pada tabung oksigen
Menggunakan sarung tangan,				

				safety shoes, dan kacamata
2	Pekerjaan Pengangkatan precast	Tertimpa precast yang sedang diangkat	Cidera pada tubuh dan memerlukan perawatan medis	Menggunakan helm, safety shoes dan Sarung tangan
		Tali sling towercrane terputus	Cidera pada tubuh dan memerlukan perawatan medis	Melakukan pengecekan kondisi alat berat sebelum melakukan pekerjaan
		Tergelincir	Cidera pada tubuh	Membuat pijakan yang kuat dan tidak licin
3	Pekerjaan pengecoran overtopping	Iritasi kulit	Cidera pada tubuh	Menggunakan sarung tangan, safety shoes, dan kacamata
		Tersengat listrik	Cidera pada tubuh	Menggunakan sarung tangan, safety shoes, dan kacamata
		Perancah ambruk	Cidera pada tubuh dan memerlukan perawatan medis	Memperkuat struktur
		Terkena debu beton	Cidera pada tubuh	Menggunakan sarung tangan, safety shoes, dan kacamata

4.7.7 K3 Tower Crane

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi :

1. Operator harus yang berpengalaman, mempunyai kondisi fisik yang kuat dan mempunyai sertifikat.

2. Selalu memonitor kabel dan memastikannya supaya tidak terjadi overload.
3. Memastikan operator tidak melebihi rating ton-meter bagi crane, ketika beban bergerak pada jib. Sebuah alat yang dinamakan cat head assembly pada slewing unit, dapat mendeteksi secara dini bila terjadi kondisi overload.
4. Melakukan pengawasan yang tinggi saat instalasi dan pembongkaran supaya tower crane benar-benar kuat dan kokoh.
5. Semua pekerja yang bekerja di tempat tinggi harus dilengkapi dan menggunakan sabuk pengaman, sarung tangan, sepatu lapangan, helm dan alat pelindung diri lain yang diperlukan

BAB V PERENCANAAN HALF SLAB

5.1 Data Perencanaan Dimensi Half Slab

Berdasarkan denah pelat yang ada, direncanakan ada 14 tipe pelat dengan rincian 12 tipe pelat 2 way dan 2 tipe pelat one way. Berikut adalah rekapitulasi tipe pelat

Tabel 5. 1 Rekapitulasi Tipe Pelat Zona 1

Lantai	Zona	Jumlah Pelat	Diameter tulangan yg dipakai (mm)	Jarak X (mm)	Jarak Y (mm)	Lx	Ly
						Panjang	Panjang
						(m)	(m)
Lt.2-8	1	24	Ø10	200	200	1.2	3.96
		2	Ø10	200	200	1.175	3.96
		18	Ø13	200	100	1.45	2.7
		3	Ø13	200	100	1.45	2.65
		16	Ø10	200	200	1.855	4.15
		8	Ø13	200	100	2.34	4.15

Sumber : Perhitungan

Tabel 5. 2 Rekapitulasi Tipe Pelat Zona 2

Lantai	Zona	Jumlah Pelat	Diameter tulangan yg dipakai (mm)	Jarak X (mm)	Jarak Y (mm)	Lx	Ly
						Panjang	Panjang
						(m)	(m)
Lt.2-8	2	2.00	Ø10	200	200	1.855	4.15
		4.00	Ø10	200	200	1.12	4.15
		2.00	Ø10	200	200	1.83	4.15

		2.00	Ø13	200	100	1.6975	3.38
		18.00	Ø10	200	200	1.175	3.96
		4.00	Ø10	200	200	1.2	3.96
		10.00	Ø13	200	100	2.47	2.7
		4.00	Ø13	200	100	2.54	2.63
		6.00	Ø13	200	100	2.47	2.38

Sumber : Perhitungan

5.2 Perencanaan Pelat

Desain tebal pelat direncanakan menggunakan ketebalan 13 cm dengan perincian tebal pelat pracetak 8 cm dan pelat cor ditempat (over topping) 5 cm. Desain pelat direncanakan pada beberapa keadaan yaitu :

A. Sebelum Komposit

Keadaan ini terjadi pada saat awal pengecoran overtopping yaitu komponen pracetak dan komponen topping belum menyatu dalam memikul beban.

B. Keadaan ini terjadi apabila topping dan elemen pracetak pelat telah bekerja bersama sama dalam memikul beban.

5.2.1 Perhitungan Pelat

Pelat yang dianalisis adalah pelat tipe S1a yang berukuran 1,855 m x 4,15 m. Adapun data – data yang digunakan untuk perhitungan pelat pracetak adalah sebagai berikut :

- Tebal pracetak = 8 cm
- Tebal overtopping = 5 cm
- F'c beton = 30 Mpa
- Fy baja = 400 Mpa
- Diameter tulangan = 10 mm
- Selimut = 20 mm
- Lx = 1855 mm
- Ly = 4150 mm

Data pembebanan :

Berat jenis beton = 2400 kg/m³

Dinding bata ringan	=	575	kg/m ²
Penggantungan plafond	=	6.5	kg/m ²
Keramik	=	13	kg/m ²
Spesi	=	5	kg/m ²
Ducting & plumbing	=	16	kg/m ²
Apartemen	=	479	kg/m ²
Pekerja	=	100	kg/m ²

2.2.1 Pembebanan Pelat Lantai

Saat Pengangkatan

1. Beban mati (DL)

$$\text{Berat sendiri pracetak (DL)} = 0,08 \times 2400 = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Berat kejut pengangkatan} = 0,5 \times 192 = \frac{96 \text{ kg/m}^2}{288 \text{ kg/m}^2} +$$

$$\begin{aligned} \text{Beban Total} &= 1,4D \\ &= 1,4 (288 \text{ kg/m}^2) \\ &= 403,2 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban untuk 1 meter pias lebar pelat} &= 403,2 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} \\ \text{qu} &= 403,2 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Sebelum Komposit

1. Beban mati (DL)

$$\text{Berat sendiri pracetak (DL)} = 0.08 \times 2400 = 192 \text{ kg/m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Berat topping} &= 0.05 \times 2400 \times 1.5 \\ &= 180 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total} & \\ &= 372 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

2. Beban hidup (LL)

$$\text{Beban hidup (LL)} = 100 \text{ kg/m}^2 \text{ (pekerja)}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban total} &= 1.2DL + 1.6LL \\ &= 1.2 (372) + 1.6 (100) \\ &= 606,40 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Beban untuk 1 m pias lebar pelat} &= 606,40 \times 1 \text{ m} \\ \text{qu} &= 606,40 \text{ kg/m} \end{aligned}$$

Saat Komposit

1. Beban mati (DL)

Berat sendiri pelat penuh	=	$0,13 \times 2400$	=	312
kg/m ²				
Beban mati tambahan				
Dinding	=	575	kg/m ²	
Plaffond + penggantung	=	6,5	kg/m ²	
Keramik	=	13	kg/m ²	
Spesi	=	5	kg/m ²	
Ducting & plumbing	=	16	kg/m ²	
Total DL	=	927,5	kg/m ²	
2. Beban hidup (LL)

Beban total	=	$1.2DL + 1.6LL$		
	=	$1.2 (927,5) + 1.6 (479)$		
	=	1879,4	kg/m ²	
Beban untuk 1 m pias lebar pelat	=	$1879,4 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m}$		
qu	=	1879,4	kg/m	

2.2.2 Kondisi Saat Pengangkatan

Penulangan Pelat Pracetak (Arah X Akibat Pengangkatan)

- Momen yang terjadi

Momen Arah X :

$$\begin{aligned}
 M_x &= 0,0107 \text{ qu } a^2 b \\
 &= 0,0107 \times 403,2 \times 1,855^2 \times 4,15 \\
 &= 0,616 \text{ kNm} \\
 &= 616,084 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

- Penulangan Pelat Arah X



Gambar 1 Sketsa Penulangan Pelat Arah X Saat Pengangkatan

$$\begin{aligned}
 d_x &= h - t_{\text{decking}} - \left(\frac{1}{2} \times d_{\text{rencana}} \right) \\
 &= 80 - 20 - \left(\frac{1}{2} \times 10 \right) \\
 &= 55 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Pada perencanaan awal, \emptyset diasumsikan 0,9

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{616,084}{0,9 \times 1000 \times 55^2} = 0,23 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{Fy}{0,85 \times fc'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,686} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686)(0,23)}{400}} \right) \\ &= 0,000568 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,002 \text{ (SNI 2847:2013 Ps. 7.12.2.1)}$$

ρ_{maks} :

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat duktail.

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left(\frac{0,85 \times fc' \times \beta_1}{\rho \times fy} - 1 \right)$$

$$0,004 = 0,003 \times \left(\frac{0,85 \times 30 \times 0,8}{\rho \times 400} - 1 \right)$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,278 \quad (\rho_{\text{perlu}} = 0,000568 < \rho_{\text{maks}} = 0,2783)$$

→ OK

$$\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{min}}$$

$$0,000568 > 0,002 \rightarrow \text{NOT OK}$$

Maka digunakan $\rho_{\text{min}} = 0,002$

Tulangan Utama

$$As = \rho_{\text{min}} \times b \times dx = 0,002 \times 1000 \times 55 = 110 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D10 mm (A D10 = 78,5714 mm²)

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000 \times A D10}{As} = \frac{1000 \times 78,5714}{110} \\ &= 714,29 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

$$s \leq 3(80) \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 240 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

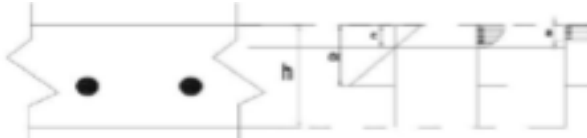
Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 200 \text{ mm}$

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1000 \times A D10}{s} = \frac{1000 \times 78,5714}{200} = 392,8571 \text{ mm}^2$$

Penulangan Pelat Pracetak (Kontrol Kapasitas Lentur dan Geser)

Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.3



Gambar 2 Diagram Tegangan Pelat Aras X Saat Pengangkatan

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{392,86 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000} = 6,162 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

Sesuai pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013, untuk $f_c' = 30 \text{ Mpa}$ dapat digunakan $\beta_1 = 0,8$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6,162}{0,8} = 7,70308 \text{ mm}$$

- Regangan tarik

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left(\frac{d_x}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left(\frac{55}{7,70308} - 1 \right) = 0,01842 \rightarrow$$

$$\emptyset = 0,9$$

Dipakai $\emptyset = 0,9$

$$\emptyset M_n = \emptyset \times A_s \times f_y \times \left(d_x - \frac{1}{2} a \right)$$

$$\emptyset M_n = 0,9 \times 392,86 \times 400 \times \left(55 - \frac{1}{2} \times 6,162 \right)$$

$$= 7.342.797 \text{ Nmm}$$

$$= 7,3428 \text{ kNm}$$

$$\emptyset M_n = 7,3428 \text{ kNm} > M_u = 0,616 \text{ kNm (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama D10-200 mm

Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 11.4.6.1. V_u pada jarak d dari tumpuan adalah sebesar :

$$Vu = qu \left(\frac{ly}{2} - \frac{dx}{1000} \right) = 403,2 \left(\frac{1,75}{2} - \frac{55}{1000} \right) \times 10^{-2} = 3,518$$

kN

$$\emptyset V_c = \emptyset (0,17 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \times b \times dx)$$

$$\emptyset V_c = 0,75 (0,17 \times 1 \times \sqrt{30} \times 1000 \times 55)$$

$$\emptyset V_c = 38,4 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \emptyset V_c = 18,68 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \emptyset V_c \geq Vu$$

$$19,2 \text{ kN} > 3,51792 \text{ kN (OK)}$$

Kekuatan geser pelat mencukupi.

Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut pasal 9.5.2.3 SNI 2847-2013. Momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari :

$$f'c = 0,46 \times f'c = 0,46 \times 30 = 13,8 \text{ Mpa}$$

$$fr = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \quad \lambda =$$

1 (untuk beton normal)

$$fr = 0,62 \times 1 \times \sqrt{13,8}$$

$$fr = 2,3 \text{ Mpa}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 1000 \times 80^3 = 42.666.667 \text{ mm}^4$$

$$Mcr = \frac{fr \times I}{c} = \frac{2,3 \times 42.666.667}{7,703} = 12.757.203 \text{ Nmm}$$

Momen layan yang bekerja adalah :

$$Mx = 0,0107 \text{ qDL a}^2 b = 0,0107 \times 403,2 \times 1,855^2 \times 4,15 \times 10^5 = 616,084 \text{ Nmm}$$

$$Mcr = 12.757.203 \text{ Nmm} \geq Mx = 616,084 \text{ Nmm (OK)}$$

Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan pelat yang dikeluarkan oleh PCI edisi ke-6 atau pada Gambar 5.2.

Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari.

Tegangan ditahan oleh b yang merupakan nilai terkecil dari a/2, b/2, atau 15t.

$$b/2 = 4,15/2 = 2,075 \text{ m}$$

$$a/2 = 1,855/2 = 0,928 \text{ m}$$

$$15t = 15 \times 0,08 = 1,2 \text{ m}$$

Dipakai $b = 0,928 \text{ m} = 928 \text{ mm}$ (dari nilai yang terkecil)

$$S = \frac{1}{6} \times b \times h^2 = \frac{1}{6} \times 928 \times 80^2 = 989.333 \text{ mm}^3$$

$$P = \frac{a \times b \times t \times \gamma_{\text{beton}}}{4}$$

$$P = \frac{1,855 \times 4,15 \times 0,08 \times 2400}{4}$$

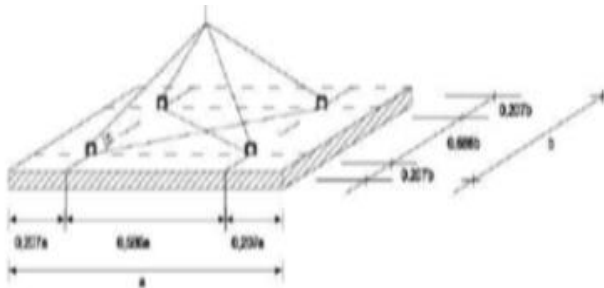
$$P = 369.516 \text{ kg} = 3695.16 \text{ N}$$

$$\theta_1 = 60^\circ$$

$$P_1 = P \sin \theta_1 = 3695,16 \sin 60 = 3200 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \sigma_{X_{\max}} &= \frac{Mx c}{I} + \frac{P}{b \times t} < fr \\ &= \frac{479,808 \times 7,7}{42.666.667} + \frac{3695,16}{875 \times 80} \\ &= 0,2986 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

$$fr = 2,3 \text{ Mpa}$$



Gambar 5. 1. Sketsa Pengangkatan Pelat Lantai

Penulangan Pelat Pracetak (Tulangan Angkat dan Kontrol Lendutan)

Dimensi Angku Pengangkatan

Setiap angkur (*hook*) menerima beban sebesar P , yaitu 369,52 kg. Maka, dibutuhkan diameter angkur sebesar :

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi f_y}} = \sqrt{\frac{4 \times 369,52}{\pi \times 400}} = 0,3429 \text{ cm} \approx 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

Digunakan 4 buah angkur dengan diameter 10 mm (*Asumsi*)

Kontrol Lendutan

Momen Akibat Beban Mati

- Momen tak berfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :
Momen akibat beban mati = $1/10 \times qDl \times (Lx/2)^2$
 $= 1/10 \times 288 \times (1,855/2)^2 \times 10^4 = 247,754 \text{ Nmm}$

- Momen batas retak

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{0,5 \times t_1} = \frac{2,3 \times 42.666.667}{0,5 \times 80} = 2.456.744 \text{ Nmm}$$

- Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja :

$$I_g = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 1000 \times 80^3 = 42.666.667 \text{ mm}^4$$

- Momen inersia retak penampang, dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. Dicari nilai x terlebih dahulu. (Arah X)

$$\frac{bx^2}{2} - n \times A_s (d - x) = 0$$

$$\frac{1000x^2}{2} - 6 \times 78,5 (45 - x) = 0$$

$$500 x^2 - 6 x 78,5 (45 - x) = 0$$

$$x_1 = -7.201 \text{ mm dan } x_2 = 6.258 \text{ mm}$$

Dipakai $x = 6,258 \text{ mm}$

$$I_{cr} = \frac{bx^3}{3} + n \times A_s (d - x)^2 = 0$$

$$I_{cr} = \frac{1000 (6,258)^3}{3} + 6 \times 78,5 (45 - 6,05)^2$$

$$I_{cr} = 789,281 \text{ mm}^4$$

- Momen inersia efektif

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I_g$$

$$I_e = \left(\frac{2.456.744}{288.000} \right)^3 42.666.667$$

$$+ \left[1 - \left(\frac{2.456.744}{288.000} \right)^3 \right] 789.021$$

$$\leq 42.666.667$$

$$I_e = 40.832.582.699 \text{ mm}^4 > 42.666.667 \text{ mm}^4$$

$$I_e = I_g = 42.666.667 \text{ mm}^4$$

$$- E_c = 4700 \sqrt{f'_c} = 4700 \sqrt{0,46 \times 30} = 17,46 \text{ MPa}$$

$$(\Delta)_{DLx} = \frac{5ql^4}{384E_c I_e} = \frac{5 \times 288 \times 1000^4}{384 \times 2,41 \times 42.666.667}$$

$$= 14,931 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2012 batasan lendutan untuk plat lantai adalah $\frac{l}{240}$

$$\text{Arah x} = \frac{l}{240} = \frac{4150}{240} = 17,29 \text{ mm}$$

$$\Delta = 14,931 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} = 17 \text{ mm} \quad (\text{Oke, Lendutan Memenuhi})$$

2.2.3 Kondisi Sebelum Komposit

Perencanaan Pelat Pracetak (Arah X Sebelum Komposit)

- Data perencanaan penulangan pelat :

$$\text{Dimensi pelat} = 18550 \times 4150 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal pelat pracetak} = 80 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal overtopping} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Tebal decking} = 20 \text{ mm}$$

$$\text{Diameter tulangan rencana} = 10 \text{ mm}$$

- Momen yang terjadi

Momen Arah X :

$$M_x = 1/8 q_u l_x^2$$

$$= 0,125 \times 606 \times (4,15)^2$$

$$= 2,09 \text{ kNm} = 2.086.638 \text{ Nmm}$$

- Penulangan Pelat Arah X



Gambar 4.14 Sketsa Penulangan Pelat Sebelum Komposit

$$dx = h - t_{\text{decking}} - \left(\frac{1}{2} \times d_{\text{rencana}}\right)$$

$$= 80 - 20 - \left(\frac{1}{2} \times 10\right) = 55 \text{ mm}$$

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = \frac{2.086.638}{0,9 \times 1000 \times 55^2} = 0,766 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{F_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15,686} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 (15,686)(0,766)}{400}} \right)$$

$$= 0,0019458$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,002 \text{ (SNI 2847:2013 Ps. 7.12.2.1)}$$

ρ_{maks}

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat duktail.

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left(\frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{\rho \times f_y} - 1 \right)$$

$$0,004 = 0,003 \times \left(\frac{0,85 \times 30 \times 0,8}{\rho \times 400} - 1 \right)$$

$$\rho_{\text{maks}} = 0,07914 \quad (\rho_{\text{perlu}} = 0,0019458 < \rho_{\text{maks}} = 0,0791)$$

$$\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$$

$$\rho_{\text{perlu}} = 0,0019458$$

Tulangan Utama

$$A_s = \rho_{\text{perlu}} \times b \times dx = 0,0019458 \times 1000 \times 55 = 110 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D10 mm (A D10 = 78.6 mm²)

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000 \times A D10}{A_s} = \frac{1000 \times 78.6}{110} \\ = 714,29 \text{ mm}^2$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

$$s \leq 3 (80) \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 240 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 200$ mm

Perencanaan Pelat Pracetak (Kontrol Penulangan)

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1000 \times A D10}{s} = \frac{1000 \times 78.6}{200} = 392,857 \text{ mm}^2$$

Kontrol Faktor Reduksi

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{392,857 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000} = 6,1624 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

Sesuai pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013, untuk $f_c' = 30$ Mpa dapat digunakan $\beta_1 = 0,8$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6,1624}{0,8} = 7,7 \text{ mm}$$

- Regangan tarik

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left(\frac{55}{7,7} - 1 \right) = 0,01842$$

Berdasarkan pasal 9.3 SNI 2847-2013 untuk $\varepsilon_t =$ dapat diambil $\emptyset =$ melalui interpolasi

$$\emptyset Mn = \emptyset \times A_s \times f_y \times \left(dx - \frac{1}{2} a \right)$$

$$\emptyset Mn = 0,9 \times 392,857 \times 400 \times \left(55 - \frac{1}{2} \times 6,1624 \right)$$

$$= 7,342 \text{ kNm}$$

$$= 7.342.797 \text{ Nmm}$$

$$\emptyset Mn = 7,342 \text{ kNm} > Mu = 2,0866 \text{ kNm (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama D10-200

Tulangan Susut

$$f_y = 400 \text{ Mpa} \longrightarrow \rho_{\text{min}} = 0,002$$

$$A_{sh} = \rho \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 80 = 160 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 10 mm ($A_{D10} = 78.6 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000 \times A_{D10}}{A_{s_h}} \\ &= \frac{1000 \times 78.6}{160} = 491.071 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

$$s \leq 3 (80) \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 240 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 200 \text{ mm}$

Dipakai tulangan susut D10-200 mm

Persyaratan Geser :

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 11.4.6.1 V_u pada jarak d dari tumpuan adalah sebesar :

$$V_u = qu \left(\frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right) = 606 \left(\frac{1,855}{2} - \frac{55}{1000} \right) \times 10^{-2} = 2,479 \text{ kN}$$

$$\emptyset V_c = \emptyset (0,17 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times b \times dx)$$

$$\emptyset V_c = 0,75 (0,17 \times 1 \times \sqrt{30} \times 1000 \times 55)$$

$$\emptyset V_c = 38,41 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \emptyset V_c \geq V_u$$

$$19,2 \text{ kN} \geq 2,478 \text{ kN}$$

Kekuatan geser pelat memenuhi

Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut pasal 9.5.2.3 SNI 2847-2013. Momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari :

$$f'_c = 0,46 \times f'_c = 0,46 \times 30 = 13,8 \text{ Mpa}$$

$$f_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \quad \lambda =$$

$$1 \text{ (untuk beton normal)}$$

$$f_r = 0,62 \times 1 \times \sqrt{13,8}$$

$$f_r = 2,3 \text{ Mpa}$$

Direncanakan pengecoran overtopping setelah 3 hari

$$f_r = 2,3 \text{ Mpa}$$

$$I = \frac{1}{12} x b x h^3 = \frac{1}{12} x 1000 x 80^3 = 42.666.667 \text{ mm}^4$$

Momen layan yang bekerja :

$$M = 1/10 \text{ qDL } (Lx)^2 = 1/8 x 472 x (4,15)^2 x 10^4 = 406.041$$

Nmm

$$\sigma = \frac{M c}{I} < fr$$

$$\sigma = \frac{406.041 x 7,7}{42.666.667} < 2,3 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = 0.1608 < 2,3 \text{ Mpa}$$

$$Mcr = \frac{fr x l}{c} = \frac{2,3 x 42.666.667}{7,7} = 12.757.203 \text{ Nmm}$$

$$Mcr = 12.757.203 \text{ Nmm} \geq Mx = 406.041 \text{ Nmm (OK)}$$

Kontrol Lentutan

- Momen tak terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lentutan dihitung

$$Ma = 1/10 \text{ qDL } (Lx)^2 = 1/8 x 472 x (4,15)^2 x 10^4 = 406.041 \text{ Nmm}$$

- Momen batas retak

$$Mcr = \frac{fr x Ig}{0,5 x t1} = \frac{2,3 x 42.666.667}{0,5 x 80} = 2.456.744$$

- Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa menghitung tulangan baja

$$Ig = \frac{1}{12} x b x h^3 = \frac{1}{12} x 1000 x 80^3 = 42.666.667 \text{ mm}^4$$

- Momen inersia retak penampang dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. Dicari nilai x terlebih dahulu.

- Momen inersia retak penampang, dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. Dicari nilai x terlebih dahulu. (Arah X)

$$\frac{bx^2}{2} - n x As (d - x) = 0$$

$$\frac{1000x^2}{2} - 6 x 78.6 (55 - x) = 0$$

$$500 x^2 - 6 x 78.6 (55 - x) = 0$$

$$x_1 = -7.201 \text{ mm dan } x_2 = 6.2583 \text{ mm}$$

$$\text{Dipakai } x = 6.2583 \text{ mm}$$

$$I_{cr} = \frac{bx^3}{3} + n \times A_s (d - x)^2 = 0$$

$$I_{cr} = \frac{1000 (6.258)^3}{3} + 6 \times 78.5 (55 - 6.258)^2 = 0$$

$$I_{cr} = 1.201.703 \text{ mm}^4$$

- Momen inersia efektif

$$I_e = \left(\frac{Mcr}{Ma} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{Mcr}{Ma} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I_g$$

$$I_e = \left(\frac{2.456.744}{406.041} \right)^3 42.666.667 + \left[1 - \left(\frac{2.456.744}{406.041} \right)^3 \right] 1.201.703 \leq 42.666.667$$

$$I_e = 9.185.620.026 \text{ mm}^4 > 42.666.667 \text{ mm}^4$$

$$I_e = I_g = 42.666.667 \text{ mm}^4$$

- $E_c = 4700 \sqrt{f'_c} = 4700 \sqrt{0,7 \times 30} = 17,46 \text{ MPa}$

$$(\Delta)_{DLx} = \frac{5ql^4}{384E_c I_e} = \frac{5 \times 472 \times 1000^4}{384 \times 17,46 \times 42.666.667} = 0,9768 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2012 batasan lendutan untuk plat lantai adalah $\frac{l}{240}$

$$\text{Arah } x = \frac{l}{240} = \frac{1855}{240} = 7,73 \text{ mm}$$

$$\Delta = 0,97686 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} = 7,73 \text{ mm} \quad (\text{Oke, Lendutan}$$

Memenuhi)

2.2.4 Kondisi Setelah Komposit

Perencanaan Pelat Pracetak (Arah X Setelah Komposit)

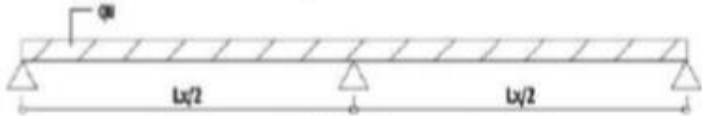
- Data perencanaan penulangan pelat :

Dimensi pelat	= 1,855 m x 4,15 m
Tebal pelat pracetak	= 80 mm
Tebal overtopping	= 50 mm
Tebal decking	= 20 mm
Diameter tulangan rencana	= 10 mm
- Penulangan Pelat Arah X



Gambar 4.14 Sketsa Penulangan Pelat Sebelum Komposit

$$\begin{aligned} dx &= h - t_{\text{decking}} - \left(\frac{1}{2} \times d_{\text{rencana}}\right) \\ &= 130 - 20 - \left(\frac{1}{2} \times 10\right) = 105 \text{ mm} \end{aligned}$$



Gambar 6 Perletakan pembebanan

$$\begin{aligned} Mu &= \frac{1}{8} q l^2 \\ &= \frac{1}{8} \times 1879,4 \times 1,855^2 \\ &= 8,0838 \text{ kNm} \\ &= 8.083.828 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{8.083.828}{0,9 \times 1000 \times 105^2} = 0,8147 \text{ Mpa}$$

$$m = \frac{Fy}{0,85 \times fc'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,686} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 (15,686)(0,8147)}{400}} \right) \\ &= 0,00207 \end{aligned}$$

$$\rho_{\text{min}} = 0,002 \text{ (SNI 2847:2013 Ps. 7.12.2.1)}$$

ρ_{maks} :

Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar 0,004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat duktail.

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left(\frac{0,85 \times f'c' \times \beta_1}{\rho \times f_y} - 1 \right) \\ 0,004 &= 0,003 \times \left(\frac{0,85 \times 30 \times 0,8}{0,00207 \times 400} - 1 \right) \\ \rho_{maks} &= 0,0742 \quad (\rho_{perlu} = 0,00207 < \rho_{maks} = \\ &0,0742) \\ \rho_{perlu} &< \rho_{min} \\ 0,00207 &< 0,0020 \\ \text{Jadi digunakan } \rho_{perlu} &= 0,00207\end{aligned}$$

Tulangan Utama

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times dx = 0,00207 \times 1000 \times 105 = 217,39 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D10 mm ($A_{D10} = 78,6 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned}\text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000 \times A_{D10}}{A_s} \\ &= 361,43 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

$$s \leq 3(130) \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 390 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 200 \text{ mm}$

Perencanaan Pelat Pracetak (Kontrol Penulangan)

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1000 \times A_{D10}}{s} = \frac{1000 \times 78,6}{200} = 392,86 \text{ mm}^2$$

Kontrol Faktor Reduksi

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f'c' \times b} = \frac{392,86 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000} = 6,163 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

Sesuai pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013, untuk $f'c' = 30 \text{ Mpa}$ dapat digunakan $\beta_1 = 0,8$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6,163}{0,8} = 7,703 \text{ mm}$$

- Regangan tarik

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left(\frac{105}{7,703} - 1 \right) = 0,0379$$

Berdasarkan pasal 9.3 SNI 2847-2013 untuk $\varepsilon_t = 0,0379$ dapat diambil $\emptyset = 0,9$

$$\emptyset M_n = \emptyset \times A_s \times f_y \times \left(dx - \frac{1}{2} a \right)$$

$$\begin{aligned} \emptyset M_n &= 0,9 \times 392,86 \times 400 \times \left(105 - \frac{1}{2} \times 6,163 \right) \\ &= 14,14 \text{ kNm} \\ &= 14.141.226 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\emptyset M_n = 14,14 \text{ kNm} > M_u = 2,0866 \text{ kNm Nmm (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama D10-200

Tulangan Susut

$$f_y = 400 \text{ Mpa} \longrightarrow \rho_{min} = 0,002$$

$$A_{s_h} = \rho \times b \times h = 0,002 \times 1000 \times 130 = 260 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D 10 mm ($A_{D10} = 78,6 \text{ mm}^2$)

$$\begin{aligned} \text{Jarak tulangan (s)} &= \frac{1000 \times A_{D10}}{A_{s_h}} \\ &= \frac{1000 \times 78,6}{260} = 302,198 \text{ mm} \end{aligned}$$

Syarat : $s \leq 3h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

$$s \leq 3 (80) \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 240 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Jadi dipakai tulangan susut D10-200 mm

Kontrol Terhadap Persyaratan Geser :

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 11.4.6.1 V_u pada jarak d dari tumpuan adalah sebesar :

$$\begin{aligned} V_u &= qu \left(\frac{ly}{2} - \frac{dx}{1000} \right) = 1879,4 \left(\frac{1,855}{2} - \frac{105}{1000} \right) \times 10^{-2} = \\ &15,458 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\emptyset V_c = \emptyset (0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b \times dx)$$

$$\emptyset V_c = 0,75 (0,17 \times 1 \times \sqrt{30} \times 1000 \times 105)$$

$$\emptyset V_c = 73,326 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \emptyset V_c = 36,663 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \emptyset V_c \geq V_u$$

$$36,663 \geq 15,46 \text{ kN}$$

Kekuatan geser pelat memenuhi (**OK**)

Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut pasal 9.5.2.3 SNI 2847-2013. Momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari :

$$f'c = 0,46 \times f'c = 0,7 \times 30 = 13,8 \text{ Mpa}$$

$$fr = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \quad \lambda =$$

1 (untuk beton normal)

$$fr = 0,62 \times 1 \times \sqrt{13,8}$$

$$fr = 2,3 \text{ Mpa}$$

Direncanakan pengecoran overtopping setelah 3 hari

$$fr = 2,3 \text{ Mpa}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 = \frac{1}{12} \times 1000 \times 130^3 = 183.083.333 \text{ mm}^4$$

Momen layan yang bekerja :

$$M = 1/8 \text{ qu} (Lx)^2 = 1/8 \times 1.406,5 \times (1,855)^2 \times 10^4 = 6.049.752$$

Nmm

$$\sigma = \frac{M c}{I} < fr$$

$$\sigma = \frac{6.049.752 \times 7,7}{183.083.333} < 2,3 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = 0,558 < 2,3 \text{ Mpa}$$

$$Mcr = \frac{fr \times I}{c} = \frac{2,3 \times 183.083.333}{7,7} = 54.741.358 \text{ Nmm}$$

$$Mcr = 54.741.358 \text{ Nmm} \geq Mx = 6.049.752 \text{ Nmm (OK)}$$

Kontrol Lendutan

- Momen akibat beban mati
 - M DL = 1/8 quDL (lx)²
 - M DL = 1/8 x 927,5 x (1,855)²
 - M DL = 398.94 kgm = 3.989.438 Nmm
- Momen akibat beban hidup
 - M LL = 1/8 quLL (lx)²
 - M LL = 1/8 x 479 x (1,855)²
 - M LL = 206.03 kgm = 2.060.314 Nmm

- Momen tak terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung
 $M_a = M_{DL} + M_{LL} = 3.989.438 + 2.060.314 = 6.049.752$
 Nmm

- Momen batas retak
 $M_{cr} = 10.541.928$ Nmm
 Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa menghitung tulangan baja

$$I_g = \frac{1}{12} x b x h^3 = \frac{1}{12} x 1000 x 130^3 = 183.083.333$$

- Momen inersia retak penampang dengan tulangan baja yang ditransformasikan ke penampang beton. Dicari nilai x terlebih dahulu.

$$\frac{bx^2}{2} - n x A_s(d - x) = 0$$

$$\frac{1000 x^2}{2} - 6 x 78,6 (105 - x) = 0$$

$$x_1 = -9,950 \text{ mm dan } x_2 = 9,007 \text{ mm}$$

dipakai $x = 9,007$ mm

$$I_{cr} = \frac{bx^2}{2} + n x A_s(dx - x)^2 = 0$$

$$I_{cr} = \frac{1000 x 9,007^2}{2} + 6 x 78,6 (105 - 9,007)^2$$

$$I_{cr} = 4.015.705 \text{ mm}^4$$

- Momen Inersia Efektif

$$I_e = \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 I_g + \left[1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a} \right)^3 \right] I_{cr} \leq I_g$$

$$I_e = \left(\frac{54.741.358}{6.049.752} \right)^3 183.083.333 + \left[1 - \left(\frac{54.741.358}{6.049.752} \right)^3 \right] 4.015.705$$

$$I_e = 951.483.608$$

$$I_e = I_g$$

$$951.483.608 \text{ mm}^4 \leq 183.083.333 \text{ mm}^4$$

Diambil nilai $I = 183.083.333 \text{ mm}^4$

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} = 4700 \sqrt{21} = 24,149 \text{ Mpa}$$

$$(\Delta t)_{DL} = \frac{5ql^4}{384E_c I_c} = \frac{5 \times (9,15) \times 10^{-2} \times 1855^4}{384 \times 24.149 \times 2,28 \times 10^8} = 0,491 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2012 batas lendutan untuk pelat

lantai adalah $\frac{l}{240}$

$$\frac{l}{240} = \frac{1855}{240} = 7,73 \text{ mm}$$

$$\Delta = 0,4905 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} =$$

7,73 mm (oke, lendutan memenuhi)

Perencanaan Tulangan Over Topping

Untuk penulangan overtopping direncanakan menggunakan D10-200 baik pada arah X dan Y.

Tabel 5. 3. Rekapitulasi penulangan One Way

Kondisi	Arah	Diameter	Jarak
Pengangkatan	X	D 10 -	200
	Susut	D 10 -	200
Sebelum Komposit	X	D 10 -	200
	Susut	D 10 -	200
Sesudah Komposit	X	D 10 -	200
	Susut	D 10 -	200

Sumber : Perhitungan

Tabel 5. 4. Rekapitulasi penulangan Two Way

Kondisi	Arah	Diameter	Jarak
Pengangkatan	X	D 13 -	200
	Y	D 13 -	100
Sebelum Komposit	X	D 13 -	200
	Y	D 13 -	100
Sesudah Komposit	X	D 13 -	200
	Y	D 13 -	100

Sumber : Perhitungan

“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”

BAB VI PERHITUNGAN DURASI DAN BIAYA PELAKSANAAN

6.1 Pekerjaan Persiapan

6.1.1 Pekerjaan Pengukuran/Uitzet

Pada pekerjaan uitzet dikerjakan menggunakan metode alat bantu dengan seperangkat theodolit.

6.1.1.1 Perhitungan Durasi

- Data proyek :
 - Luas
 - Lahan = 5587,2306 m² = 0, 5587 Ha
 - Bangunan = 1070,2 m² = 0,107 Ha
 - Keliling
 - Lahan = 330 m = 0,33 km
 - Bangunan = 217,55 m = 0,21755 km
- Rencana grup kerja

Diasumsikan dalam 1 grup kerja pengukuran dibutuhkan tenaga kerja yang terdiri dari :

 - 1 Mandor
 - 3 Tukang
 - 3 Pembantu Tukang

Kapasitas kerja pada pekerjaan pengukuran dapat diasumsikan berdasarkan tabel dibawah, dimana dalam pekerjaan pengukuran ini terdiri dari :

Tabel 6. 1 Kapasitas Kerja Pengukuran

Jenis Pekerjaan	Hasil Pekerjaan
Pengukuran rangka (Polygon utama)	1.5 km / regu / hari
Pengukuran Situasi	5 Ha / regu / hari
Pengukuran Trace Saluran	0.5 km / regu / hari

Penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi, dengan skala 1: 2000 di lapangan	20 Ha / orang / hari
Penggambaran trace saluran dengan skala 1:5000 di lapangan	2 – 2.5 km / orang / hari

(Sumber: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat, halaman 91)

- Perhitungan durasi pengukuran rangka (polygon utama) :
 - Lahan
 - $= \frac{0,33 \text{ km}}{1,5 \text{ km/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,22 \text{ hari}$
 - Bangunan
 - $= \frac{0,218 \text{ km}}{1,5 \text{ km/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,145 \text{ hari}$
- Perhitungan durasi pengukuran situasi :
 - Lahan
 - $= \frac{0,56 \text{ ha}}{5 \text{ ha/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,11 \text{ hari}$
 - Bangunan
 - $= \frac{0,107 \text{ ha}}{5 \text{ ha/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,021 \text{ hari}$
- Perhitungan durasi penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi:
 - Lahan
 - $= \frac{0,56 \text{ ha}}{20 \text{ ha/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,028 \text{ hari}$
 - Bangunan
 - $= \frac{0,107 \text{ ha}}{20 \text{ ha/grup/hari}} / 1 \text{ grup} = 0,0053 \text{ hari}$
- Total durasi
 - = durasi pengukuran rangka + durasi pengukuran situasi + durasi pengeplotan bangunan
 - = (0,22 hari + 0,15 hari) + (0,11 hari + 0,02 hari) + (0,028 hari + 0,005 hari)
 - = 0,526 hari
 - ≈ 1 hari

Jadi total waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan pengukuran/uitzet yaitu 1 hari.

6.1.1.2 Perhitungan Biaya

➤ Upah Pekerja :

- Upah = koef x Harga Satuan

- Mandor = 1 Orang x Rp. 125.000 x 1 hari
= Rp.125.000,00

- Tukang = 3 Orang x Rp. 120.000 x 1 hari
= Rp. 360.000

- Pembantu Tukang = 3 Orang x Rp. 100.000 x 1 hari
= Rp. 300.000

Harga Total = Rp.125.000 + Rp. 360.000 + Rp.300.000
= Rp. 585.000,-

➤ Upah Alat :

- Theodolit = 3 buah x Rp. 185.000 x 1 hari
= Rp. 525.000,-

Total Biaya = Rp. 585.000 + Rp. 525.000
= Rp. 1.100.000,-

6.1.2 Pekerjaan Bowplank

Pekerjaan bowplank bertujuan untuk membatasi lahan yang akan dikerjakan sesuai dengan denah perencanaan. Metode yang dikerjakan menggunakan metode manual atau dengan tenaga manusia.

6.1.2.1 Perhitungan Durasi

• Data perencanaan

- Keliling bangunan = 330 m

- Tinggi bouwplank = 1 m

- Jarak antar tiang = 2 m

• Data material

- Ukuran papan = (0,02 x 0,2 x 2) m

- Ukuran tiang = (0,05 x 0,07 x 1) m

• Perhitungan volume

- Volume tiang vertikal

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tiang} &= \frac{\text{keliling bangunan}}{\text{jarak antar tiang}} \\ &= \frac{218 \text{ m}}{2 \text{ m}} \end{aligned}$$

$$= 109 \text{ buah}$$

Volume tiang

= jumlah tiang x dimensi

$$= 109 \text{ buah} \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 1 \text{ m}$$

$$= 0,3815 \text{ m}^3$$

- Volume papan

= keliling bangunan x tebal papan x lebar papan

$$= 218 \text{ m} \times 0,02 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}$$

$$= 0,87 \text{ m}^3$$

- Asumsi

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan hingga memasang tiang vertikal dan papan diambil nilai dari jenis pekerjaan sebatang kayu yaitu 20 jam/2,36 m³

- Kebutuhan tenaga kerja untuk pekerjaan bowplank sebagai berikut :

- Pemasangan tiang vertikal

Memakai 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja+ 2 pembantu tukang kayu

- Pemasangan papan

Memakai 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + 2 pembantu tukang kayu

- Jam kerja efektif dalam 1 hari = 7 jam/hari

- Perhitungan kebutuhan bahan

$$\text{Papan} = \frac{109 \text{ buah}}{2 \frac{\text{buah}}{\text{lembar}}} = 55 \text{ lembar}$$

$$\begin{aligned} \text{Paku} &= 3 \text{ paku per tiang} \times 109 \text{ tiang} = 327 \text{ buah} \\ &= \frac{327 \text{ buah}}{200 \frac{\text{buah}}{\text{kg}}} = 2 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\text{Tiang} = \frac{109 \text{ buah}}{4 \frac{\text{buah}}{\text{lonjor}}} = 28 \text{ lonjor}$$

- Durasi pemasangan tiang vertikal :

Durasi = vol. kayu vertikal x kapasitas prod.

$$= 0,382 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3}$$

$$= 3,23 \text{ jam}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}}$$

$$= \frac{3,23 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 1 \text{ grup}}$$

$$= 0,46 \text{ hari}$$

- Durasi pemasangan papan :

$$\text{Durasi} = \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas prod.}$$

$$= 0,87 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3}$$

$$= 7,37 \text{ jam}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$= \frac{\text{durasi}}{8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}}$$

$$= \frac{7,37 \text{ jam}}{8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 2 \text{ grup}}$$

$$= 0,53 \text{ hari}$$

- Total durasi :

$$= \text{durasi pemasangan kayu vertikal} + \text{durasi pemasangan papan}$$

$$= 0,46 \text{ hari} + 0,53 \text{ hari}$$

$$= 0,99 \text{ hari}$$

$$\approx 1 \text{ hari}$$

Jadi total waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan bouwplank yaitu 1 hari.

6.1.2.2 Perhitungan Biaya

➤ Upah Pekerja :

- Upah = koef x Harga Satuan

- Mandor = 1 Orang x Rp. 125.000 x 1 hari
= Rp.125.000

- Tukang = 3 Orang x Rp. 120.000 x 1 hari
= Rp. 360.000

- Pembantu Tukang = 6 Orang x Rp. 100.000 x 1 hari
= Rp. 600.000

Harga Total = Rp.125.000 + Rp. 360.000 + Rp. 600.000
= Rp. 565.000,-

➤ Bahan

- Tiang Kayu Meranti (5/7) 4 meter
= 28 buah x Rp. 39.000/buah = Rp. 1.176.000,-
- Paku 7 cm
= 2 kg x Rp. 12.300/kg = Rp. 24.600,-
- Papan Kayu Jambi (2/20) 4 meter
= 55 buah x Rp.70.000/buah = Rp. 3.850.000,-
- Total = Rp. 5.050.600,-
- Jumlah Harga
= Upah + Bahan
= Rp. 565.000,- + Rp. 5.050.600,-
= Rp. 5.165.600,-

6.1.3 Pekerjaan Pemagaran

Pelaksanaan dalam pekerjaan pemagaran ini dilakukan secara menyeluruh mengelilingi lahan proyek. Metode yang dikerjakan menggunakan metode manual atau dengan tenaga manusia.

6.1.3.1 Perhitungan Durasi

- Data perencanaan
 - Keliling lahan = 330 m
 - Tinggi pagar = 1,5 m
 - Jarak antar tiang = 1,6 m
 - Ukuran seng = 0,8 m x 1,8 m
 - Ukuran tiang vertikal = (0,05x0,07x4) m
 - Ukuran tiang struktural = 0,05 m x 0,07 m
- Perhitungan volume
 - Volume tiang vertikal
 Jumlah tiang = $\frac{\text{keliling lahan}}{\text{jarak antar tiang}}$

$$= \frac{330 \text{ m}}{2 \text{ m}}$$

$$= 165 \text{ buah}$$
 Volume tiang = jumlah tiang x dimensi

$$= 165 \times 0,09\text{m} \times 0,1\text{m} \times 4\text{m}$$

$$= 5,28 \text{ m}^3$$
 - Volume tiang struktural
 Setiap jarak 2 m direncanakan dipasang tiang struktural sebanyak 3 buah

$$\begin{aligned}\text{Volume tiang} &= \text{jumlah tiang} \times \text{tebal tiang} \times \\ &\quad \text{lebar tiang} \times \text{keliling lahan} \\ &= 3 \times 0,05\text{m} \times 0,07\text{m} \times 330\text{ m} \\ &= 3,465\text{ m}^3\end{aligned}$$

- Volume seng
 - = keliling lahan x tebal seng x tinggi seng
 - = $330\text{ m} \times 0,8\text{ m} \times 1,8\text{ m}$
 - = $475,2\text{ m}^3$

- Perhitungan kebutuhan seng

$$\begin{aligned}\text{Luas seng} &= \text{tinggi pagar} \times \text{keliling lahan} \\ &= 1,8\text{ m} \times 330\text{ m} \\ &= 594\text{ m}^2\end{aligned}$$

Karena setiap 1 lembar seng berukuran 0,8 m x 1,8 m maka total seng yang dibutuhkan yaitu :

$$\begin{aligned}&= \text{Luas seng} : \text{dimensi seng} \\ &= 495\text{ m}^2 : (0,8\text{ m} \times 1,8\text{ m}) \\ &= 413\text{ lembar}\end{aligned}$$

- Asumsi

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang tiang vertikal diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan sebatang kayu yaitu 20 jam/2,36 m³
- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang tiang struktural diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan pendukung mendatar beberapa batang kayu yaitu 33,5 jam/2,36 m³
- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang seng diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan lapisan dinding tidak dengan sambungan \perp pendukung yaitu 2,59 jam / 10 m³
- Kebutuhan tenaga kerja untuk pekerjaan pemagaran sebagai berikut :
 - Pemasangan tiang vertikal
 - Memakai 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + pembantu tukang kayu
 - Pemasangan papan

Memakai 3 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + pembantu tukang jayu

- Pemasangan seng

Memakai 5 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + pembantu tukang

- Jam kerja efektif dalam 1 hari = 8 jam/hari

- Durasi pemasangan tiang vertikal :

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas prod.} \\ &= 2,656 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\ &= 22,51 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{durasi}}{\text{durasi}} \\ &= \frac{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}}{22,51 \text{ jam}} \\ &= \frac{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 6 \text{ grup}}{22,51 \text{ jam}} \\ &= 1,07 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Durasi pemasangan tiang struktural :

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{vol. kayu struktural} \times \text{kapasitas prod.} \\ &= 3,465 \text{ m}^3 \times \frac{33,5 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\ &= 49,19 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{durasi}}{\text{durasi}} \\ &= \frac{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}}{49,19 \text{ jam}} \\ &= \frac{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 6 \text{ grup}}{49,19 \text{ jam}} \\ &= 1,17 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Durasi pemasangan seng :

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{vol. kayu struktural} \times \text{kapasitas prod.} \\ &= 475,2 \text{ m}^3 \times \frac{2,59 \text{ jam}}{10 \text{ m}^3} \\ &= 123,08 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{durasi}}{\text{durasi}} \\ &= \frac{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah grup kerja}}{123,08 \text{ jam}} \\ &= \frac{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 10 \text{ grup}}{123,08 \text{ jam}} \end{aligned}$$

= 1,76 hari

- Total durasi :
 - = durasi pemasangan tiang vertikal + durasi pemasangan tiang struktural + durasi pemasangan seng
 - = 1,07 hari + 1,17 hari + 1,76 hari
 - = 3,99 hari
 - ≈ 4 hari

Jadi total waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan pemagaran yaitu 5 hari.

6.1.3.2 Perhitungan Biaya

➤ Upah Pekerja :

- Upah = koef x Harga Satuan
- Mandor = 1 Orang x Rp. 125.000 x 4 hari
= Rp. 600.000,-
- Tukang = 22 Orang x Rp. 120.000 x 4 hari
= Rp. 10.560.000,-
- Pembantu Tukang = 22 Orang x Rp. 100.000 x 4 hari
= Rp. 8.800.000,-

Harga Total = Rp.600.000+Rp.10.560.000+Rp.8.800.000
= Rp. 52.191.000,-

➤ Upah Bahan :

- Kayu Meranti (5/7) panjang 4 m
= 495 buah x Rp. 42.000 = Rp. 20.790.000,-
- Seng Gelombang BJLS 30 (1,8 x 0,8) m
= 413 lembar x Rp. 69.000,00 / lbr = Rp. 28.497.000,-
- Paku Seng 7 cm
= 49,5 kg x Rp.17.000,00 /kg = Rp. 841.500,-
- Kayu Dolken (8/10), panjang 4 meter
= 84 buah x Rp.25.000,00 /kg = Rp. 2.062.000,-

Total = Rp. 52.191.000,-

- Jumlah Harga

= Upah + Bahan

= Rp. 2.871.808,- + Rp. 52.191.000,-

= Rp. 72.051.000,-

6.2 Pekerjaan Struktur Bawah

Pada pekerjaan struktur bawah ini terdiri dari pekerjaan pemancangan, pekerjaan galian dam angkat galian, pekerjaan lantai kerja, pekerjaan pecah kepala tiang pancang, pekerjaan pile cap, sloof dan kolom pendek, dan yang terakhir pekerjaan urugan.

6.2.1 Pekerjaan Pemancangan

Pekerjaan pemancangan tiang pancang ini memiliki kedalaman 30 m dengan diameter pancang 40 cm. Terdapat 340 tiang pancang yang ada pada zona 1 dan 282 tiang pancang yang ada pada zona 2.

6.2.1.1 Perhitungan Durasi

Pengeboran tiang pancang dikerjakan dengan alat berat Hydraulic Pile dan dibantu dengan tenaga manusia.

- Data-data informasi proyek untuk pengeboran spun pile sebagai berikut :
 - Diameter spun pile = 40 cm
 - Volume 1 titik spun pile = $\frac{1}{4} \times \pi \times 0,4 \times 30$
= 3,77 m³
 - Panjang 1 spun pile = 10 m
 - Kecepatan pengelasan = 5 cm/min
 - Jumlah alat las = 3 buah
 - Mutu beton = K400
 - Banyaknya spun pile berdasarkan tipe pile cap :

Tabel 6. 2 Jumlah Kebutuhan Pancang

Zona	Tipe Pilecap	Jumlah Titik TP Per Pilecap	Jumlah Pilecap	Jumlah Titik Pancang
1	PC 3	3	1	3
	PC3T	3	2	6
	PC 4	4	12	48
	PC 5	5	11	55
	PC 5T	5	2	10
	PC 6	6	8	48
2	PC 2	2	2	4

PC 3	3	2	6
PC3T	3	2	6
PC 4	4	10	40
PC 5	5	9	45
PC 5T	5	2	10
PC 6	6	5	30

- 1 hari jam kerja = 7 jam
- Peralatan spun pile menggunakan alat berat dengan data-data spesifikasi sebagai berikut :
 - Model : YZY 3880 T
 - Panjang : 12000 mm
 - Lebar : 9500 mm
 - Tinggi : 6900 mm
 - Kekuatan pancang maks : 250 tf
 - Kecepatan pancang maks : 7 m/menit
 - Jarak dengan pile : 1,8 m/menit
 - Kecepatan perpindahan : 5,6 m/menit
 - Sudut putar : 15 °
 - Produktivitas tiang pancang : 7 m/menit
- Peralatan yang memerlukan menyewa
Hydraulic Pile = 1 buah
- Rencana tenaga kerja :
 - Tukang = 1 orang

Dari data-data diatas dapat dihitung produksi pengeboran yang ditentukan dari perhitungan waktu siklus pengeboran dengan perhitungan sebagai berikut :
- Untuk waktu pemancangan 1 titik tiang pancang
 - Sentring alat : 1,5 menit
 - Pengangkatan spun pile 1 : 7 menit
 - Sentring spun pile 1 : 3 menit
 - Injection segmen : $\frac{\text{Kedalaman 1 spun pile}}{\text{Kecepatan pancang maks}}$
: $\frac{10 \text{ m}}{5,6 \text{ m/menit}}$: 1,8 m
 - Pengangkatan spun pile 2 : 7 menit

- Sentring spun pile 2 : 3 menit
- Pengelasan sambungan
 - : $\frac{\text{Keliling spun pile}}{\text{Kecepatan pengelasan} \times \text{jumlah alat las}}$
 - : $\frac{\pi \times 40 \text{ cm}}{5 \frac{\text{cm}}{\text{min}} \times 3 \text{ buah}}$: 8,4 menit
- Pengangkatan spun pile 3 : 5 menit
- Sentring spun pile 3 : 3 menit
- Injection segmen
 - : $\frac{\text{Kedalaman 1 spun pile}}{\text{Kecepatan pancang maks}}$
 - : $\frac{10 \text{ m}}{5,6 \text{ m/menit}}$: 1,8 m
- Pengelasan sambungan : 8,4 menit
- Setting dolly : 1 menit
- Pemindahan dolly : 7 menit
- Total : 63,1 menit
- Waktu Perpindahan Posisi
 - = Kecepatan perpindahan x jarak tiap titik pancang x jumlah titik pancang zona 1
 - = 5,6 m/menit x 1 m x 170 titik
 - = 952 menit
- Durasi total pemancangan
 - = (Total Waktu Siklus x Jumlah Tiang Pancang zona 1) + Waktu
 - = 63,1 menit x 170 titik x 952 menit
 - = 195 jam = 28 hari

6.2.1.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
 - Beton Tiang Pancang berdasarkan brosur Pt. Teno Tract Indonesia :
 - Tiang Pancang = Volume x Harga
 - = 5100 m x Rp. 380.000
 - = Rp. 1.938.000.000,-
- Upah Pekerja
 - Tukang = 1 OH x 28 Hari x Rp.120.000
 - = Rp. 3.360.000,-
- Biaya Alat

Hydraulic Jack In Pile	=	5100 m x Rp. 90.000
		= Rp. 2.070.000,-
Joint Welding (Las)	=	170 titik x Rp. 35.000
		= Rp. 805.000
Mobilisasi	=	Rp. 15.000.000,-
Total Biaya Alat	=	Rp. 17.875.000,-
Total Harga	=	Rp. 1.959.860.000,-

6.2.2 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian ini terdiri dari galian pilecap dan sloof yang dihitung menjadi satu. Pada zona 1, total galiannya sebesar 597,526 m³ dan 757,159 m³ untuk zona 2. Tanah digali dengan menggunakan excavator yang lalu dibuang dengan dump truck.

6.2.2.1 Perhitungan Durasi

- Volume
 - Zona 1 : 597,526 m³
 - Zona 2 : 757,159 m³
 - Total : 1354,685 m³
- Spesifikasi Alat

SPESIFIKASI ESCAVATOR		
Nama Alat	=	ESCAVATOR
Tipe Alat	=	PC200-8
Kapasitas Bucket	=	0.8 m ³
Koef. Alat	=	0.81
Sumber : Brosur		

SPESIFIKASI DUMP TRUCK		
Nama Alat	=	Dump Truck
Tipe Alat	=	DT-130HD
Kpsts. DT	=	10 m ³
V Bermuatan	=	30 km/jam

V Kosong	=	40 km/jam
Koef. Alat	=	0.81
Sumber : Brosur		

- Rencana tenaga kerja :
 - Mandor = 1 orang
 - Operator Escavator = 1 orang
 - Supir = 5 orang
 - Pembantu Supir = 5 orang

- Perhitungan Produktivitas
 - Escavator
 - Produktivitas per siklus (q)
 - q = Kapasitas Bucket x Faktor Bucket
 - q = 0,8 m³ x 0,8
 - q = 0,64 m³
 - Waktu Siklus (Cm)
 - Cm = Waktu Gali + (2 x Waktu Putar) + Waktu Buang
 - Cm = 13 detik + (2 x 5,5) detik + 6,5 detik
 - Cm = 27 detik = 0,44 menit
 - Produktivitas alat (Q)

$$Q = \frac{q \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}} \times \text{Eff. alat}}{Cm}$$

$$Q = \frac{0,64 \text{ m}^3 \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}} \times 0,81}{0,44 \text{ detik}}$$
 - Q = 4225,45 m³/jam
 - Dumptruck
 - Waktu Siklus (Cm)
 - Faktor swell = 25 %
 - Jarak buang = 5 km
- 1. Waktu muat (loading)
 - Cm = 27 detik

Jumlah siklus yang diperlukan untuk mengisi DT (n)

$$n = \frac{\text{kapasitas DT}}{\text{kapasitas bucket} \times \text{faktor bucket}}$$

$$n = \frac{8 \text{ m}^3}{0,64 \text{ m}^3}$$

$$n = 16 \text{ kali}$$

$$\begin{aligned} \text{Loading} &= n \times C_m \\ &= 16 \times 0,442 \text{ menit} \\ &= 7 \text{ menit} \end{aligned}$$

2. Waktu pergi (hauling)

$$\begin{aligned} \text{hauling} &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times \text{jarak buang}}{v. \text{ kosong}} \\ &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times 5 \text{ km}}{30 \text{ km/jam}} \\ &= 10 \text{ menit} \end{aligned}$$

3. Waktu buang (dumping)

$$\text{Dumping} = 1,15 \text{ menit}$$

4. Waktu persiapan kembali (setting)

$$\text{Setting} = 0,5 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu Siklus (C}_m) &= \text{Loading} + \text{Hauling} + \\ &\quad \text{Dumping} + \text{Return} + \text{Setting} \\ &= 7 \text{ menit} + 10 \text{ menit} + 1,15 \\ &\quad \text{menit} + 8 \text{ menit} + 0,5 \text{ menit} \\ &= 26 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Jumlah kebutuhan dump truck (M)

$$\begin{aligned} M &= \frac{C_m}{\text{waktu muat}} \\ &= \frac{26 \text{ menit}}{7 \text{ menit}} = 4 \text{ unit} \end{aligned}$$

- Produktivitas (Q)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{n \times \text{kap. bucket} \times \text{faktor bucket} \times 60 \times \text{Eff. alat}}{C_m} \times M \\ &= \frac{16 \times 0,8 \times 0,81 \times 60 \times 0,8}{26} \times 4 \text{ unit} \\ &= 76,14 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

• Simulasi kombinasi excavator dan dump truck

Tabel 6. 3 Simulasi Kombinasi Excavator dan Dumptruck

Dump Truck	Start	Loading	Hauling	Dumping	Return	Setting
		0:03:00	0:10:00	0:01:09	0:08:00	0:00:18
1	8:00:00	8:03:00	8:13:00	8:14:09	8:22:09	8:22:27
2	8:03:00	8:06:00	8:16:00	8:17:09	8:25:09	8:25:27
3	8:06:00	8:09:00	8:19:00	8:20:09	8:28:09	8:28:27
4	8:09:00	8:12:00	8:22:00	8:23:09	8:31:09	8:31:27
5	8:12:00	8:15:00	8:25:00	8:26:09	8:34:09	8:34:27
6	8:15:00	8:18:00	8:28:00	8:29:09	8:37:09	8:37:27
7	8:18:00	8:21:00	8:31:00	8:32:09	8:40:09	8:40:27
8	8:21:00	8:24:00	8:34:00	8:35:09	8:43:09	8:43:27
9	8:24:00	8:27:00	8:37:00	8:38:09	8:46:09	8:46:27
10	8:27:00	8:30:00	8:40:00	8:41:09	8:49:09	8:49:27
11	8:30:00	8:33:00	8:43:00	8:44:09	8:52:09	8:52:27
12	8:33:00	8:36:00	8:46:00	8:47:09	8:55:09	8:55:27
13	8:36:00	8:39:00	8:49:00	8:50:09	8:58:09	8:58:27
14	8:39:00	8:42:00	8:52:00	8:53:09	9:01:09	9:01:27
15	8:42:00	8:45:00	8:55:00	8:56:09	9:04:09	9:04:27
16	8:45:00	8:48:00	8:58:00	8:59:09	9:07:09	9:07:27
17	8:48:00	8:51:00	9:01:00	9:02:09	9:10:09	9:10:27
18	8:51:00	8:54:00	9:04:00	9:05:09	9:13:09	9:13:27
19	8:54:00	8:57:00	9:07:00	9:08:09	9:16:09	9:16:27

- (Sumber: Perhitungan)

-

- Durasi Dump Truck

$$\begin{aligned}
 \text{Siklus dalam 1 jam} &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{\text{waktu muat}} \\
 &= \frac{60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}}{7 \frac{\text{menit}}{\text{jam}}} = 9 \text{ siklus/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&= \text{Volume galian yang dapat diangkut dalam 1 jam} \\
&= \text{Siklus tiap 1 jam} \times (\text{Kapasitas DT} \times (1 + \text{faktor swell})) \\
&= 9 \text{ siklus/jam} \times (10 \text{ m}^3 \times (1 + 25\%)) \\
&= 104,3 \text{ m}^3/\text{jam}
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
\text{Durasi pekerjaan galian} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktivitas}} \\
&= \frac{1354,685 \text{ m}^3}{104,3 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}} \\
&= 13 \text{ jam} = 2 \text{ hari}
\end{aligned}$$

6.2.2.2 Perhitungan Biaya

- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 2 Hari x Rp.125.000
= Rp. 250.000,-
 - Operator Escavator = 1 OH x 2 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 200.000,-
 - Supir = 4 OH x 2 Hari x Rp. 100.000,-
= Rp. 800.000,-
 - Total Upah = Rp. 1.250.000,-
- Alat
 - Escavator = 1 buah x Rp. 140.000 x 7 jam x
2 hari = Rp. 13.720.000,-
 - Dump Truck = 4 buah x Rp.433.333 x 2 hari
= Rp. 3.466.667
 - Total Alat = Rp. 17.186.667,-
- Total Biaya = Total Upah + Total Alat
= Rp. 1.250.000 + Rp.
17.186.667 = Rp. 18.436.669,-
- Biaya tiap m³ = $\frac{18.436.669}{1354,68} = \text{Rp. } 13.610,-$

6.2.3 Pekerjaan Lantai Kerja

Volume cor lantai kerja pada zona 1 adalah sebesar 15,54 m³, dan untuk zona 2 sebesar 12,9 m³. Dengan ketebalan lantai kerja setebal 5 cm, dan beton adalah K-125.

6.2.3.1 Perhitungan Durasi

- Volume beton = 15,4 m³

- Efisiensi kerja (Ek) :
 - Faktor kondisi peralatan = Baik = 0,75
 - Faktor operator dan mekanik = terampil = 0,80
 - Faktor cuaca = terang,cerah, baik = 0,85
- Kapasitas produksi concrete pump
 - = Delivery capacity (m³/jam) x Efisiensi kerja
 - = 57 m³/jam x (0,75 x 0,80 x 0,85)
 - = 29,07 m³/jam
- Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran lantai kerja pilecap dan sloof :
 - Truk mixer = $\frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m3)}}{\text{Kapasitas truck mixer (m3)}}$
 - = $\frac{29,1765 \text{ m3}}{7 \text{ m3}} = 5 \text{ truck mixer}$
- Rencana tenaga kerja :
 - Mandor = 1 orang
 - Tukang = 2 orang
 - Pembantu tukang = 3 orang
 - Supir Truck Mixer = 3 orang
 - Supir Concrete Pump = 3 orang
- Waktu persiapan :
 - Pengaturan posisi = 5 min
 - Pemasangan pompa = 15 min
 - Waktu tunggu pompa = 15 min
 - Pegantian antar truck = 5 truck x 3 min/truck = 15 min
 - Pengujian Slump = 5 truck x 3 min /truck = 15 min
 - Total waktu persiapan = 65 min
- Waktu operasional pengecoran
 - Waktu Operasional = $\frac{\text{Volume pengecoran (m3)}}{\text{Kapasitas produksi (m3/jam)}}$
 - = $\frac{15,54 \text{ m3}}{29,07 \text{ m3/jam}} = 0,5 \text{ jam} = 32,07 \text{ menit}$
- Waktu pasca pelaksanaan :
 - Pembersihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 10 menit
 - Perpindahan Alat = 5 menit
 - Persiapan kembali = 5 menit

Total waktu pasca pelaksanaan = 30 menit
 Waktu total = persiapan + pengecoran + pasca pelaksanaan
 = 65 menit + 32 menit + 30 menit
 = 127,07 menit = 2,1 jam = 0,30 hari \approx 1 hari

6.2.3.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
 - Beton Readymix K-125 berdasarkan brosur PT. Merak Jaya Beton
 - Beton Readymix K-125 = $15,54 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 530.000$
 = Rp. 8.236.154,-
 - Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 1 Hari x Rp. 125.000,-
 = Rp. 125.000,-
 - Tukang = 2 OH x 1 Hari x Rp. 120.000,-
 = Rp. 240.000,-
 - Pembantu tukang = 3 OH x 1 Hari x Rp. 100.000,-
 = Rp. 300.000,-
 - Supir Concrete Pump = 1 OH X 3 Hari x Rp. 100.000,-
 = Rp. 300.000,-
 - Total Biaya Pekerja = Rp. 965.000,-
 - Biaya Alat
 - Concrete Pump = 1 buah x 1 Hari x Rp. 155.000
 = Rp. 155.000,-
 - Vibrator = 1 buah x 1 Hari x Rp. 700.000
 = Rp. 700.000,-
 - Total Biaya Alat = Rp. 855.000
 - Total Harga = Total Biaya Pekerja + Total Biaya Alat
 + Harga Bahan
 = Rp. 965.000+ Rp. 155.000 +
 Rp. 17.360.017,-
 = Rp. 10.056.155,-
- Maka harga satuan pengecoran lantai kerja adalah Rp.
 10.056.155,- : $15,54 \text{ m}^3$ = Rp. 647.118,-

6.2.4 Pekerjaan Pecah Kepala Tiang Pancang

Pada zona 1, total pekerjaan pecah kepala tiang pancang sebanyak 170 buah dan pada zona 2 sebanyak 141 buah. Pekerjaan pecah kepala tiang pancang ini dilakukan dengan tenaga manusia menggunakan hammer.

6.2.4.1 Perhitungan Durasi

- Jumlah titik tiang pancang = 170 titik
- Rencana Tenaga Kerja :
 - Mandor = 1 Orang
 - Pembantu tukang = 10 Orang
- Produktivitas = 5 titik/orang/hari
- Durasi =
$$\frac{\text{Jumlah titik TP}}{\text{Produktivitas} \times \text{Jumlah orang}}$$

$$= \frac{170 \text{ titik}}{\frac{5 \text{ titik}}{\text{orang}} \times 11 \text{ orang}}$$

$$= 4 \text{ hari}$$

6.2.4.2 Perhitungan Biaya

- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 4 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 600.000,-
 - Pembantu Tukang = 10 OH x 4 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 4.000.000,-
 - Total BiayaUpah = Rp. 4.600.000,-
- Biaya Alat
 - Palu = 10 buah x Rp. 230.000 = Rp. 2.300.000
 - Total Harga = Rp. 6.800.000,-
 - Maka harga satuan pecah kepala tiang pancang
= Rp. 6.800.000,- : 170 titik = Rp. 40.000,-

6.2.5 Pekerjaan Pilecap

Pekerjaan pilecap ini terdiri dari pekerjaan pemasangan bekisting pilecap, pembesian pilecap, dan pengecoran pilecap. Terdapat 7 jenis pilecap yang ada pada proyek ini.

Tabel 6. 4 Jumlah Kebutuhan Pilecap

Zona	Tipe Pilecap	n	Panjang Total (m)	Berat (Kg)	Volume beton bersih (Kg)
1	P2	0	0.00	360.25	0.00
	P3	1	101.63	302.87	1.96
	P3T	2	314.39	936.87	5.59
	P4	12	1646.59	4906.84	40.17
	P5	11	3661.28	10910.63	71.21
	P5T	2	616.36	1836.75	10.23
	P6	8	4317	12864	51.16
2	P2	2	241.78	360.25	2.75
	P3	2	201.16	599.45	3.92
	P3T	2	272.13	810.96	5.61
	P4	10	1372.16	4089.04	33.48
	P5	9	6595.60	19654.88	56.90
	P5T	2	616.36	1836.75	10.23
	P6	5	2698.00	8040.04	31.98

- (Sumber: Perhitungan)

6.2.5.1 Pekerjaan Bekisting Pilecap

6.2.5.1.1 Perhitungan Durasi

- **Data :**

- Jumlah Pile Cap = 36
- Volume = 310,8 m²

Jumlah Batu-bata yang diperlukan

$$= \frac{310,8 \text{ m}^2}{0.4 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}} = 3885 \text{ buah}$$

- Untuk mengatasi kerusakan batu-bata pada saat pembelian, maka jumlah batu-bata yang akan dibeli dilebihkan sebanyak 3%. Maka jumlah batu bata merah yang diperlukan :
 - = 3885 buah + (3885 buah x 3%)
 - = 4002 buah
- Kebutuhan Mortar
 - = 10 % dari volume batako
 - = 0,1 x 31,1 m³ = 3,11 m³
- Kebutuhan Semen
 - = 3,11 m³ x $\frac{12,75 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3}$ = 39,6 zak
 - *Keterangan :*
Keperluan semen 12,75 zak / 1 m³
- Kebutuhan Pasir
 - = 3,36 m³ x $\frac{1,08 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3}$ = 3,4 m³
 - *Keterangan :*
Keperluan pasir 1,08 m³ / 1m³
- Produktivitas pekerjaan pemasangan bekisting batako adalah :
 - 1 Tukang pasang batu = $\frac{2,5+5}{2}$ jam/ 100 blok
= 3.75 jam/100 blok
 - 1 Pembantu tukang = $\frac{2,5+5}{2}$ jam/ 100 blok
= 3.75 jam/100 blok
- Dalam pelaksanaan, kebutuhan pembantu tukang digunakan 2 orang, maka untuk kapasitas tenaga kerja pembantu tukang adalah :
 - 2 Pembantu tukang = $\frac{3,75+3,75}{2}$ jam/100 blok
= 3,75 jam/100 blok
- **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**
 - Jam Kerja Pekerja = 7 jam/hari
 - Mandor = 1 Orang
 - Tukang = 8 Orang

- Pembantuk tukang = 14 Orang
- **1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga**
- Jam kerja = $7 \text{ jam} \times (8 + 14) \text{ orang} + 7 \text{ jam} \times 1 \text{ orang}$
= 161 jam/hari
- **Produktivitas :**
 - Pekerjaan Mengaduk Mortar
= Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
= $161 \times 1,125 = 181,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Pekerjaan Mengangkut Mortar
= Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
= $161 \times 0,75 = 120,8 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Pekerjaan Memilih Batako
= Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
= $161 \times 300 = 48.300 \text{ batako}$
 - Pekerjaan Menumpuk Batako
= Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
= $161 \times 450 = 72.450 \text{ batako}$
 - Pekerjaan Mengangkut Batako
= Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
= $161 \times 950 = 7152.950 \text{ batako}$
 - Pekerjaan Memasang Batako
= Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
= $\frac{161}{3,75} \times 100 = 4293 \text{ batako}$
- **Total Durasi :**
 - Pekerjaan Mengaduk Mortar
= $\frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Mortar}}$
= $\frac{3,1}{181,125} = 0,017 \text{ hari}$
 - Pekerjaan Mengangkut Mortar
= $\frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Mortar}}$
= $\frac{3,1}{120,75} = 0,026 \text{ hari}$
 - Pekerjaan Memilih Batako

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Batako}}$$

$$= \frac{4002}{48.300} = 0,08 \text{ hari}$$

➤ Pekerjaan Menumpuk Batako

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Batako}}$$

$$= \frac{4002}{72.450} = 0,054 \text{ hari}$$

➤ Pekerjaan Mengangkut Batako

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Batako}}$$

$$= \frac{4002}{152.950} = 0,025 \text{ hari}$$

➤ Pekerjaan Memasang Batako

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Batako}}$$

$$= \frac{4293}{2053} = 0,90 \text{ hari}$$

Total Durasi = 1,1 hari = 2 hari

6.2.5.1.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan

Semen	= 40 zak x Rp. 50.000
	= Rp. 20.000.000,-
Batako	= 3885 x 1.3 x Rp. 1.750
	= Rp. 8.838.362,-
Pasir	= 3,4 m ³ x Rp. 280.000
	= Rp. 939.854,-
Total Biaya Bahan	= Rp. 11.778.180,-
- Upah Pekerja

Mandor	= 1 OH x 3 Hari x Rp. 125.000
	= Rp. 250.000,-
Tukang	= 8 OH x 2 Hari x Rp. 120.000
	= Rp. 1.600.000,-
Pembantu Tukang	= 14 OH x 2 Hari x Rp. 100.000
	= Rp. 2.800.000,-
Total Biaya Pekerja	= Rp. 4.650.000,-
- Biaya Alat

Molen	= 1 OH x 2 Hari x Rp. 130.000
-------	-------------------------------

= Rp. 260.000,-
 Kereta Dorong = 4 OH x 2 Hari x Rp. 250.000
 = Rp. 2.260.000,-
 Total Harga = Rp. 18.688.180,-
 Maka harga satuan pekerjaan bekisting per m2 adalah
 = Rp. 18.688.180,- : 311 m2 = Rp. 60.129,-

6.2.5.2 Pekerjaan Pembesian Pile Cap

6.2.5.2.1 Perhitungan Durasi

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

➤ Data :

- Jumlah pile cap = 36
 - Diameter tulangan
 - Utama = D22
 - Pinggang = D22
 - Beugel = D22
 - Berat = 19.000 kg
 - Banyaknya tulangan
 - D22 = 2413 buah
 - Jumlah bengkokan
 - D22 = 4826 buah
 - Jumlah kaitan
 - D22 = 4826 kaitan
 - Rencana tenaga kerja :
 - Mandor = 1 orang
 - Tukang Besi Potong = 18 orang
 - Pekerja Fabrikasi = 2 orang
 - Pekerja Pemasangan = 16 orang
- 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
- Jam kerja fabrikasi = 7 jam x (2 + 16) orang + 0,5 x
7 jam x 1 orang = 143,5 jam
 - Jam kerja pemasangan = 7 jam x 16 orang + 0,5 x 7jam
x 1 orang = 115,5 jam

- Jam kerja buruh untuk membuat potongan, bengkokan dan kaitan manual serta pemasangan tulangan adalah :

- Jam kerja tiap 100 buah
 - Pembengkokan D22 = 1,5 jam
 - Kaitan D22 = 2,3 jam
 - Pemotongan D22 = 2 jam
 - Pemasangan D22 = 7,25 jam

- Produktivitas kerja 1 grup :

$$\text{Pemotongan} = \frac{143,5 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7175 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{143,5 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1400 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{143,5 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 6239 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{115,5 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7250 \text{ buah/hari}$$

- Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian pile cap zona 1 :

$$\text{Pemotongan} = \frac{2413 \text{ buah}}{7175 \text{ buah/hari}} = 0,336 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{4826 \text{ buah}}{1050 \text{ buah/hari}} = 0,504 \text{ hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{4826 \text{ buah}}{6848 \text{ buah/hari}} = 0,387 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{2413 \text{ buah}}{1206 \text{ buah/hari}} = 1,724 \text{ hari}$$

Total durasi pembesian = 2 hari fabrikasi, 2 hari pemasangan

6.2.5.2.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
 - Besi D22 = 19.000 kg x Rp. 9000
=Rp. 289.064.494,-
 - Kawat Bendrat (8%) = 2575 kg x Rp. 12.200
=Rp. 31.347.438,-
 - Total Biaya Bahan = Rp. 320.411.993,-

- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 4 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 500.000,-
 - Tukang Besi = 18 OH x 2 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 3.600.000,-
 - Pekerja Fabrikasi = 2 OH x 2 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 240.000,-
 - Pekerja Pemasangan = 16 OH x 2 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 3.200.000,-
 - Total Biaya Pekerja = Rp. 7.780.000,-
- Harga Alat
 - Pembengkok Besi = 2 buah x 2 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 400.000,-
 - Pemotong Besi = 2 buah x 2 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 400.000,-
 - Total Biaya Alat = Rp. 800.000,-
 - Total Harga = Rp. 328.991.993,-

Maka harga satuan pekerjaan pembesi perkilo adalah
= Rp. 328.991.993,- : 19.000 = Rp. 10.243,-

6.2.5.3 Pekerjaan Pengecoran Pilecap dan Sloof

6.2.5.3.1 Perhitungan Durasi

- **Data :**
 - Volume beton = 232,92 m³
 - Efisiensi kerja (Ek) :
 - Faktor kondisi peralatan = Baik = 0,75
 - Faktor operator dan mekanik = cukup = 0,75
 - Faktor cuaca = mendung = 0,75
 - Equivalent Length = 73,95 m
 - Kapasitas produksi *concrete pump*
= *Delivery Capacity* (m³/jam) x Efisiensi kerja
= 76 m³/jam x (0,75 x 0,75 x 0,75)
= 32,06 m³/jam
 - Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran Pile Cap & Sloof zona 1 :

$$= \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m3)}}{\text{Kapasitas truck Mixer (m3)}}$$

$$= \frac{232,92 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 34 \text{ truck mixer}$$

- **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**
 - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
 - Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor dan 20 buruh / pekerja
- **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Perhitungan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari :
- Waktu persiapan :
 - Pengaturan posisi *truck mixer* dan *concrete pump* = 5 menit
 - Pemasangan pompa = 15 menit
 - Idle (Waktu tunggu) pompa = 10 menit
 - Total waktu persiapan = 30 menit
- Waktu persiapan tambahan
 - Pergantian antar *truck mixer* = 34 *truck mixer* x 5 menit tiap 1 *truck mixer* = 170 menit
 - Waktu untuk pengujian slump = 34 *truck mixer* x 5 menit tiap 1 *truck mixer* = 170 menit
 - Total waktu persiapan tambahan = 190 menit
- Waktu Operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m3)}}{\text{Kapasitas produksi (m3/jam)}}$$

$$= \frac{232,92 \text{ m}^3}{32,06 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 435,87 \text{ menit}$$
- Waktu pasca pelaksanaan :
 - Pembesihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 15 menit
 - Persiapan kembali = 5 menit
 - Total waktu pasca pelaksanaan = 30 menit

Waktu total = persiapan + persiapan tambahan + waktu pengecoran + pasca pelaksanaan

$$= 30 \text{ menit} + 340 \text{ menit} + 435,87 \text{ menit} + 30 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Waktu total} &= 835,87 \text{ menit} \\ &= 13,93 \text{ jam} = 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

Maka, pengecoran Pile Cap & Sloof zona 1 membutuhkan waktu 2 hari.

6.2.5.3.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
Beton Readymix K-300 berdasarkan brosur PT. Merak Jaya Beton
Beton Readymix K-300 = $232,92 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 625.000$
= Rp. 145.575.406,-
 - Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 2 Hari x Rp. 125.000,-
= Rp. 250.000,-
 - Tukang = 3 OH x 2 Hari x Rp. 120.000,-
= Rp. 720.000,-
 - Pembantu tukang = 3 OH x 2 Hari x Rp. 100.000,-
= Rp 600.000,-
 - Supir Concrete Pump = 34 OH X 2 Hari x Rp.100.000
= Rp. 3.400.000,-
 - Total Biaya Pekerja = Rp. 4.850.000,-
 - Biaya Alat
 - Concrete Pump = 34 buah x Rp.125.000
= Rp. 5.270.000,-
 - Vibrator = 3 buah x 1 Hari x Rp.700.000
= Rp. 4.200.000,-
 - Total Biaya Alat = Rp. 9.470.000,-
- Total Harga = Total Biaya Pekerja + Total Biaya Alat + Harga Bahan
= Rp. 4.850.000 + Rp. 9.470.000 + Rp. 145.575.406,-
= Rp.159.895.406,-

Maka harga satuan pengecoran pilecap dan sloof adalah
Rp. 159.895.406,- : $232,92 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 965.447,-$

6.2.6 Pekerjaan Sloof

6.2.6.1 Pekerjaan Bekisting Sloof

6.2.6.1.1 Perhitungan Durasi

- **Data :**

- Jumlah Sloof $= 72$

- Volume $= 219 \text{ m}^2$

Jumlah Batu-bata yang diperlukan

$$= \frac{219 \text{ m}^2}{0.4 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}} = 2738 \text{ buah}$$

- Untuk mengatasi kerusakan batu-bata pada saat pembelian, maka jumlah batu-bata yang akan dibeli dilebihkan sebanyak 3%. Maka jumlah batako yang diperlukan :

$$= 2738 \text{ buah} + (2738 \text{ buah} \times 3\%)$$

$$= 2820 \text{ buah}$$

- Kebutuhan Mortar

$$= 10 \% \text{ dari volume batako}$$

$$= 0,1 \times 21,9 \text{ m}^3 = 2,19 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan Semen

$$= 2,19 \text{ m}^3 \times \frac{12,75 \text{ zak}}{1 \text{ m}^3} = 28 \text{ zak}$$

- *Keterangan :*

$$\text{Keperluan semen } 12,75 \text{ zak} / 1 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan Pasir

$$= 2,19 \text{ m}^3 \times \frac{1,08 \text{ m}^3}{1 \text{ m}^3} = 2,37 \text{ m}^3$$

- *Keterangan :*

$$\text{Keperluan pasir } 1,08 \text{ m}^3 / 1 \text{ m}^3$$

- Produktivitas pekerjaan pemasangan bekisting batu-bata adalah :

- 1 Tukang pasang batu $= \frac{2.5+5}{2} \text{ jam} / 100 \text{ blok}$
 $= 3.75 \text{ jam} / 100 \text{ blok}$

- 1 Pembantu tukang $= \frac{2.5+5}{2} \text{ jam} / 100 \text{ blok}$
 $= 3.75 \text{ jam} / 100 \text{ blok}$

- Dalam pelaksanaan, kebutuhan pembantu tukang digunakan 2 orang, maka untuk kapasitas tenaga kerja pembantu tukang adalah :
 - 2 Pembantu tukang $= \frac{3,75+3,75}{2}$ jam/100 blok
 $= 3,75$ jam/100 blok
- **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**
 - Jam Kerja Pekerja = 7 jam/hari
 - Mandor = 1 Orang
 - Tukang = 8 Orang
 - Pembantuk tukang = 14 Orang
- **1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga**
- Jam kerja = 7 jam x (8 + 14) orang + 7 jam x 1 orang
 $= 161$ jam/hari
- **Produktivitas :**
 - Pekerjaan Mengaduk Mortar
 $=$ Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
 $= 161 \times 1,125 = 181,1 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Pekerjaan Mengangkut Mortar
 $=$ Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
 $= 161 \times 0,75 = 120,8 \text{ m}^3/\text{hari}$
 - Pekerjaan Memilih Batako
 $=$ Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
 $= 161 \times 300 = 48.300$ batako
 - Pekerjaan Menumpuk Batako
 $=$ Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
 $= 161 \times 450 = 72.450$ batako
 - Pekerjaan Mengangkut Batako
 $=$ Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
 $= 161 \times 950 = 7152.950$ batako
 - Pekerjaan Memasang Batako
 $=$ Jam kerja fabrikasi x Kapasitas tenaga kerja
 $= \frac{161}{3,75} \times 100 = 4293$ batako

- **Total Durasi :**
- Pekerjaan Mengaduk Mortar

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Mortar}}$$

$$= \frac{2,2}{181,25} = 0,012 \text{ hari}$$
- Pekerjaan Mengangkut Mortar

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Mortar}}$$

$$= \frac{2,2}{120,75} = 0,018 \text{ hari}$$
- Pekerjaan Memilih Batako

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Batako}}$$

$$= \frac{2802}{48.300} = 0,057 \text{ hari}$$
- Pekerjaan Menumpuk Batako

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Batako}}$$

$$= \frac{2802}{72.450} = 0,038 \text{ hari}$$
- Pekerjaan Mengangkut Batako

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Batako}}$$

$$= \frac{2802}{152.950} = 0,017 \text{ hari}$$
- Pekerjaan Memasang Batako

$$= \frac{\text{Produktivitas}}{\text{Kebutuhan Batako}}$$

$$= \frac{4239}{2053} = 0,64 \text{ hari}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemasangan bekisting batu-bata sloof zona 1 adalah 1 hari.

6.2.6.1.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan

Semen	= 28 zak x Rp. 50.000
	= Rp. 1.400.000,-
Batako	= 3560 x Rp. 1.750
	= Rp. 6.229.515,-
Pasir	= 2,4 m ³ x Rp. 280.000
	= Rp. 662.437,-

- Total Biaya Bahan = Rp. 8.291.953,-
- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 1 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 150.000,-
 - Tukang = 8 OH x 1 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 960.000,-
 - Pembantu Tukang = 14 OH x 1 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 1.400.000,-
- Total Biaya Pekerja = Rp. 2.485.000,-
- Total Harga = Rp. 11.156.953,-
- Maka harga satuan pekerjaan bekisting per m2 adalah
= Rp. 11.156.953,- : 219 m2 = Rp. 50.931,-

6.2.6.2 Pekerjaan Pembesian Sloof

6.2.6.2.1 Perhitungan Durasi

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

➤ Data :

- Jumlah sloof induk = 63
- Jumlah balok anak = 22
- Diameter tulangan sloof induk
 - Utama = D16
 - Pinggang = D13
 - Beugel = D13
- Diameter tulangan sloof anak
 - Utama = D16
 - Pinggang = Ø10
 - Beugel = Ø10
- Berat Total: 12.762 kg
- Banyaknya potongan
 - Sloof anak
 - D16 = 176 buah
 - Ø 10 = 572 buah
 - Sloof Induk
 - D16 = 949 buah
 - D13 = 2709 buah

- Jumlah bengkokan
Sloof anak
D16 = 1584 buah
Ø 10 = 352 buah
Sloof Induk
D16 = 7779 buah
D13 = 1898 buah
- Jumlah kaitan
Sloof anak
D16 = 0 buah
Ø 10 = 1056 buah
Sloof Induk
D16 = 0 buah
D13 = 1482 buah
- Rencana tenaga kerja :
 - Mandor = 1 orang
 - Tukang Besi Potong = 18 orang
 - Tukang Pasang = 16 orang
 - Pekerja Fabrikasi = 2 orang
- 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
 - Jam kerja fabrikasi = 7 jam x (16 + 2) orang
= 140 jam
 - Jam kerja pemasangan = 7 jam x 18 orang + 7 jam
x 1 orang = 119 jam
 - Jam kerja tiap 100 buah
 - D16
 - Pembengkokan = 1,5 jam
 - Kaitan = 0 jam
 - Pemotongan = 2 jam
 - Pemasangan = 5,5 jam
 - D13
 - Pembengkokan = 1,175 jam
 - Kaitan = 2,3 jam
 - Pemotongan = 2 jam
 - Pemasangan = 4,125 jam

- Ø10
 - Pembengkokan = 1,175 jam
 - Kaitan = 1,85 jam
 - Pemotongan = 2 jam
 - Pemasangan = 3,5 jam

➤ Produktivitas kerja 1 grup :

- D16

$$\text{Pemotongan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 9333 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{119 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{5,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1442 \text{ buah/hari}$$

- D13

$$\text{Kaitan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 6086 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,175 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 9333 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{114 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{4,125 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1700 \text{ buah/hari}$$

- Ø10

$$\text{Kaitan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,85 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7567 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,175 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 11915 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{119 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{3,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1700 \text{ buah/hari}$$

➤ Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian sloof zona 1 :

- Sloof Anak

D16

$$\text{Pemotongan} = \frac{176 \text{ buah}}{8575 \text{ buah/hari}} = 0,021 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{352 \text{ buah}}{11433 \text{ buah/hari}} = 0,031 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{176 \text{ buah}}{1845 \text{ buah/hari}} = 0,095 \text{ hari}$$

Ø10

$$\text{Pengkaitan} = \frac{1056 \text{ buah}}{7567 \text{ buah/hari}} = 0,14 \text{ hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{572 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,082 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{1584 \text{ buah}}{11915 \text{ buah/hari}} = 0,133 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{572 \text{ buah}}{1700 \text{ buah/hari}} = 0,336 \text{ hari}$$

- Sloof Induk

D16

$$\text{Pemotongan} = \frac{1125 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,161 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{1360 \text{ buah}}{9333 \text{ buah/hari}} = 0,146 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{1125 \text{ buah}}{1442 \text{ buah/hari}} = 0,78 \text{ hari}$$

D13

$$\text{Pengkaitan} = \frac{1482 \text{ buah}}{6087 \text{ buah/hari}} = 0,243 \text{ hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{2709 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,387 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{7779 \text{ buah}}{9333 \text{ buah/hari}} = 0,833 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{2709 \text{ buah}}{2461 \text{ buah/hari}} = 1,6 \text{ hari}$$

6.2.6.2.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan

$$\begin{aligned} \text{Besi Baja} &= 9591,006 \text{ kg} \times \text{Rp. } 9000 \\ &= 86.319.053 \end{aligned}$$

Kawat Bendrat (8%) = 767,28 kg x Rp. 12.200
= Rp. 9.360.821,-

Total Biaya Bahan = Rp. 95.679.875,-

• Upah Pekerja

Mandor = 1 OH x 4 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 625.000,-

Tukang Besi = 18 OH x 4 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 5.760.000,-

Pekerja Fabrikasi = 2 OH x 4 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 720.000,-

Pekerja Pemasangan = 16 OH x 4 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 5.400.000,-

Total Biaya Pekerja = Rp. 12.505.000,-

• Harga Alat

Pembengkok Besi = 2 buah x Rp. 100.000 x 3 hari
= Rp. 600.000,-

Pemotong Besi = 2 buah x Rp. 100.000 x 3 hari
= Rp. 600.000,-

Total Biaya Alat = Rp. 1.200.000,-

Total Harga = Rp. 109.384.875,-

Maka harga satuan pekerjaan pembesi perkilo adalah
= Rp. 109.384.875,- : 9591,006 = Rp. 11.404,-

6.2.7 Pekerjaan Kolom dan Shearwall

Pada proyek ini, terdapat

Tabel 6. 5 Jumlah Kebutuhan Kolom Zona 1

Zona	Lantai	Diameter	Total Lonjor	Berat (Kg)
1	1	10	326	2443.062
		22	267	9468.175
	2	10	234	1741.016
		22	163	5758.075
	3	10	234	1741.016
		22	163	5758.075
	4	10	211	1566.585

		22	161	4746.067
5		10	223	1652.346
		22	164	5341.829
6		10	196	1458.979
		22	136	3571.925
7		10	196	1458.979
		22	136	3571.925
8		10	196	1458.979
		22	136	3571.925

- (Sumber: Perhitungan)

Tabel 6. 6 Jumlah Kebutuhan Kolom Zona 2

Zona	Lantai	Diameter	Total Lonjor	Berat (Kg)
2	1	10	280	2095.121
		22	230	8137.307
	2	10	201	1496.047
		22	142	4948.707
	3	10	201	1496.047
		22	142	4948.707
	4	10	207	1506.519
		22	143	4948.707
	5	10	207	1522.695
		22	143	4948.707
	6	10	172	1270.603
		22	119	3085.606
	7	10	172	1270.603
		22	119	3085.606
	8	10	172	1270.603
		22	119	3085.606

- (Sumber: Perhitungan)

Tabel 6. 7 Jumlah Kebutuhan Shearwall Zona 2

Zona	Lantai	Diameter	Total Lonjor	Berat (Kg)
2	1	13	289	3466.888
		10	18	213.6
	2	13	243	2909.696
		10	12	137.6
	3	13	243	2909.696
		10	12	137.6
	4	13	243	2909.696
		10	12	137.6
	5	13	243	2909.696
		10	12	137.6
	6	13	243	2909.696
		10	12	137.6
	7	13	243	2909.696
		10	12	137.6
	8	13	243	2909.696
		10	12	137.6

- (Sumber: Perhitungan)

6.2.7.1 Pekerjaan Pembesian Kolom dan Shearwall

6.2.7.1.1 Perhitungan Durasi

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian pada zona 1 :

➤ Data :

- Jumlah kolom = 36
- Jumlah Shearwall = -
- Diameter tulangan kolom

- Utama = D22
- Pinggang = D22
- Beugel = Ø10
- Berat : 19.000 kg
- Banyaknya potongan
 - D22 = 498 buah
 - Ø 10 = 2035 buah
- Jumlah bengkokan
 - D22 = 498 buah
 - Ø10 = 6169 buah
- Jumlah kaitan
 - D22 = 498 buah
 - Ø10 = 4070 buah
- Rencana tenaga kerja :
 - Mandor = 1 orang
 - Tukang Besi Potong = 18 orang
 - Tukang Pasang = 16 orang
 - Pekerja Fabrikasi = 2 orang
- 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
 - Jam kerja fabrikasi = 7 jam x (16 + 2) orang
= 140 jam
 - Jam kerja pemasangan = 7 jam x 18 orang + 7 jam x 1 orang = 11 Jam kerja tiap 100 buah
 - D22
 - Pembengkokan D22 = 1,5 jam
 - Kaitan D22 = 2,3 jam
 - Pemotongan D22 = 2 jam
 - Pemasangan D22 = 7,25 jam
 - Ø10
 - Pembengkokan = 1,175 jam
 - Kaitan = 1,85 jam
 - Pemotongan = 2 jam
 - Pemasangan = 3,5 jam
- Produktivitas kerja 1 grup :
 - Ø10

$$\text{Kaitan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,85 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7567 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,175 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 11914 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{119 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{3,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 2505 \text{ buah/hari}$$

- D22

$$\text{Pemotongan} = \frac{158 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{158 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{158 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 4667 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{119 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{7,25 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1641 \text{ buah/hari}$$

➤ Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian kolom dan shearwall zona 1

:

- Ø10

$$\text{Pengkaitan} = \frac{4070 \text{ buah}}{7567 \text{ buah/hari}} = 0,454 \text{ hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{2035 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,291 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{6169 \text{ buah}}{11915 \text{ buah/hari}} = 0,518 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{2035 \text{ buah}}{2505 \text{ buah/hari}} = 0,812 \text{ hari}$$

- D22

$$\text{Pengkaitan} = \frac{498 \text{ buah}}{4667 \text{ buah/hari}} = 0,107 \text{ hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{498 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,042 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{498 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,071 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{426 \text{ buah}}{1983 \text{ buah/hari}} = 0,215 \text{ hari}$$

Total durasi pemesian = 2 hari fabrikasi, 1 hari pemasangan

6.2.7.1.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
 - Besi Baja = 12.499,4 kg x Rp. 9000
= Rp. 112.494.586,86
 - Kawat Bendrat (8%) = 599,93 kg x Rp. 12.200
= Rp. 12.199.413,-
 - Total Biaya Bahan = Rp. 124.693.999,-
 - Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 4 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 500.000,-
 - Tukang Besi = 18 OH x 2 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 3.600.000,-
 - Pekerja Fabrikasi = 2 OH x 2 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 480.000,-
 - Pekerja Pemasangan = 16 OH x 2 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 3.840.000,-
 - Total Biaya Pekerja = Rp. 8.420.000,-
 - Harga Alat
 - Pembengkok Besi = 2 buah x Rp. 100.000 x 4 hari
= Rp. 400.000,-
 - Pemotong Besi = 2 buah x Rp. 100.000 x 4 hari
= Rp. 4.800.000,-
 - Total Biaya Alat = Rp. 9.600.000,-
 - Total Harga = Rp. 133.914.000,-
- Maka harga satuan pekerjaan pembesi perkilo adalah
= Rp. 133.914.000,- : 12.499,4 = Rp. 13.508,-

6.2.7.2 Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 1

6.2.7.2.1 Perhitungan Durasi

Luas Bekisting Kolom = 338 m²

Keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m² untuk pemasangan bekisting kolom adalah :

- Menyetel $= \frac{4 \text{ jam} + 8 \text{ jam}}{2} / 10\text{m}^2$
 $= 6 \text{ jam} / 10\text{m}^2$
- Mengolesi oil $= 0,5 \text{ jam}$
- Memasang $= \frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10\text{m}^2$
 $= 3 \text{ jam} / 10\text{m}^2$

Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari $= 7 \text{ jam kerja}$
- Mandor $= 1 \text{ Orang}$
- Tukang $= 10 \text{ Orang}$
- Pembantu tukang $= 15 \text{ Orang (bongkar dan pasang)}$
- Pembantu tukang $= 5 \text{ Orang (reparasi)}$

• 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga

- Jam kerja fabrikasi
Total durasi $= 10 \text{ OH} \times 7 \text{ jam} = 70 \text{ jam}$
- Jam kerja pemasangan
Total durasi $= 15 \text{ OH} \times 7 \text{ jam} + 1 \text{ OH} \times 7 \text{ jam}$
 $= 112 \text{ jam}$
- Jam kerja bongkar
Total durasi $= 15 \text{ OH} \times 7 \text{ jam} = 105 \text{ jam}$
- Jam kerja reparasi
Total durasi $= 5 \text{ OH} \times 7 \text{ jam} = 35 \text{ jam}$

• Produktivitas Bekisting :

- Menyetel $= \frac{\text{Jumlah jam kerja fabrikasi 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{70 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10 = 116,67 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Memasang $= \frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{112 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10 = 373,33 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Membuka $= \frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{105 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{m}^2} \times 10 = 350 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Reparasi $= \frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$

- $$= \frac{105 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 350 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Oles oli = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{112 \text{ jam/hari}}{0,33 \text{ jam } /10\text{mm}^2} \times 10 = 3360 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Durasi Bekisting :
- Data volume bekisting = 388 mm²
- Menyetel = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{329 \text{ m}^2}{116,67 \text{ m}^2/\text{hari}} = 2,82 \text{ hari}$
- Memasang = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{329 \text{ m}^2}{373,33 \text{ m}^2/\text{hari}} = 1,16 \text{ hari}$
 (sudah termasuk waktu mengangkat dengan towercrane)
- Membuka = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{329 \text{ m}^2}{350 \text{ m}^2/\text{hari}} = 0,94 \text{ hari}$
- Reparasi = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{329 \text{ m}^2}{116,67 \text{ m}^2/\text{hari}} = 2,82 \text{ hari}$

6.2.7.2.2 Perhitungan Biaya

Tabel 6. 8 Kebutuhan Bekisting Kolom dan Shearwall

Kebutuhan bekisting kolom dan SW						
Lantai 1,2,3						
Zona 1						
Luas multiplek	Volume Bekisting (m ²)	Multiplek	Meranti 6/12 (sabuk)	Rangka kayu	Paku,baut, kawat	Oli
		lembar	batang	batang	kg	liter
2.977	329.00	111.000	126	144	127.159	94.588
Zona 2						
2.977	529.80	178.000	112	128	204.768	152.32
Lantai 4,5						
Zona 1						

Luas multiplek	Volume Bekisting (m ²)	Multiplek	Meranti 6/12	Rangka kayu	Paku,baut, kawat	Oli
		lembar	batang	batang	kg	liter
2.977	245	83.000	126	108	94.50	70.294
Zona 2						
2.977	365	123.000	112	96	140.902	104.811
Lantai 6,7,8						
Zona 1						
Luas multiplek	Volume Bekisting (m ²)	Multiplek	Meranti 6/12	Rangka kayu	Paku,baut, kawat	Oli
		lembar	batang	batang	kg	liter
2.977	198	67.000	99	108	76.527	56.925
Zona 2						
2.977	332	112.000	88	96	128.148	95.324

- (Sumber: Perhitungan)

- **Harga Bahan**
 - Multiplek = 168 lembar x Rp 69.000
= Rp. 11.592.000
 - Meranti 6/12 = 126 batang x Rp. 80.000
= Rp. 10.080.000
 - Meranti 5/7 = 209 batang x Rp. 42.000
= Rp. 8.769.600
 - Paku = 192,56 kg x Rp 17.000
= Rp. 3.273.423
 - Oli = 143,23 liter x Rp. 6500
= Rp. 931.011
- Total harga bahan = Rp. 34.646.034,-
- **Upah Pekerja**
 - Mandor = 1 OH x 4 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 600.000,-
 - Tukang = 10 OH x 4 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 4.800.000,-

Pembantu Tukang = 10 OH x 4 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 4.000.000,-

Total Biaya Pekerja = Rp. 11.487.232,-

Total Harga = Rp. 88.755.675,-

Maka harga satuan pekerjaan bekisting kolom dan shearwall adalah

= Rp. 133.914.000,- : 12.499,4 = Rp. 13.508,-/m²

6.2.7.3 Pekerjaan Pengecoran Kolom Lantai 1

6.2.7.3.1 Perhitungan Durasi

- **Data :**

- Volume beton = 79,54 m³
- Tinggi tambahan = 2 m
- Tinggi Hoisting = 5,8 m + 2 m = 7,8 m
- Spesifikasi Tower Crane

Spesifikasi Teknis Tower Crane		
Tipe	= TC6018	
Beban Maksimum	= 5	ton
Panjang Jib	= 48	m
Kecepatan Pergi		
<i>Hoisting</i>	= 65	m/menit
<i>Slewing</i>	= 216	%/menit
<i>Trolley</i>	= 45	m/menit
<i>Landing</i>	= 65	m/menit
Kecepatan Kembali		
<i>Hoisting</i>	= 80	m/menit
<i>Slewing</i>	= 216	m/menit
<i>Trolley</i>	= 45	m/menit
<i>Landing</i>	= 80	m/menit

Dalam pekerjaan pengecoran kolom pada proyek Menara Rungkut Surabaya menggunakan bucket cor yang diangkat oleh tower crane. Dalam pekerjaan pengecoran kolom, alat-alat yang digunakan adalah:

- 1 Tower Crane
- 1 Concrete Vibrator
- 1 Bucket Cor
- 1 Air Compressor

Setelah dilakukan perhitungan pengecoran kolom lantai 1 menggunakan tower crane, maka didapatkan durasi sebesar 2 hari

6.2.7.3.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
Beton Readymix K-300 berdasarkan brosur PT. Merak Jaya Beton
Beton Readymix K-300 = $79,5 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 625.000$
= Rp. 49.712.196,-
- Upah Pekerja
Mandor = $1 \text{ OH} \times 2 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 125.000,-$
= Rp. 250.000,-
Tukang = $2 \text{ OH} \times 2 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 120.000,-$
= Rp. 480.000,-,-
Pembantu tukang = $4 \text{ OH} \times 2 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 100.000,-$
= Rp 800.000,-
Total Biaya Pekerja = Rp. 1.450.000,-
- Biaya Alat
Concrete Vibrator = $3 \text{ buah} \times 2 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 700.000$
= Rp. 4.200.000,-
Bucket Cor = $1 \text{ buah} \times 2 \text{ Hari} \times \text{Rp. } 100.000$
= Rp. 200.000,-
Total Biaya Alat = Rp. 4.400.000,-
Total Harga = Rp. 55.562.196,-
Maka harga satuan pengecoran kolom dan shearwall adalah Rp. 55.562.196,- : $79,54 \text{ m}^3 = \text{Rp. } 698.548,-$

6.2.8 Pekerjaan Urugan

Pekerjaan galian ini terdiri dari galian pilecap dan sloof yang dihitung menjadi satu. Volume galian total dari zona 1 dan zona 2 adalah 1355,176 m³. Tanah digali dengan menggunakan excavator yang lalu dibuang dengan dump truck.

6.2.8.1 Perhitungan Durasi

- Volume urugan = 1021,43 m³
- Spesifikasi Alat

SPESIFIKASI ESCAVATOR		
Nama Alat	=	ESCAVATOR
Tipe Alat	=	HITACHI ZAXIS-5A
Kapasitas Bucket	=	0.8 m ³
Koef. Alat	=	0.81
Sumber : Brosur		

- Rencana tenaga kerja :
 - Mandor = 1 orang
 - Operator Escavator = 1 orang
 - Perhitungan Produktivitas
 - Escavator
 - Produktivitas per siklus (q)
- Digunakan factor bucket = 0,8
- $q = \text{Kapasitas Bucket} \times \text{Faktor Bucket}$
- $q = 0,8 \text{ m}^3 \times 0,8$
- $q = 0,64 \text{ m}^3$
- Waktu Siklus (Cm)

Waktu Gali (detik)				
Kedalaman Galian	Ringan	Sedang	Agak Sulit	Sulit
0 m - 2 m	6	9	15	26

2 m - 4 m	7	11	17	28
4 m - lebih	8	13	19	30

Waktu Putar (detik)		Waktu Buang (detik)	
Sudut Putar	Waktu	Kondisi Pembuangan	Waktu
45 ⁰ -90 ⁰	4 - 7	Ke Dumptruck	5 - 8
90 ⁰ -180 ⁰	5 - 8	Ke tempat Pembuangan	3 - 6

Didasarkan dari tabel, waktu gali untuk kedalaman 1,8 m di tanah sedang didapatkan nilai 9 detik. Sedangkan untuk waktu putar digunakan nilai rata – rata dari 4 dan 7 yaitu 5,5 detik. Dan untuk waktu buang = 6,5 detik

$$Cm = \text{Waktu Gali} + (2 \times \text{Waktu Putar}) + \text{Waktu Buang}$$

$$Cm = 9 \text{ menit} + (2 \times 5,5) \text{ menit} + 6,5 \text{ menit}$$

$$Cm = 26,5 \text{ detik} = 0,4 \text{ menit}$$

- Produktivitas alat (Q)

$$Q = \frac{q \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}} \times \text{Eff. alat}}{Cm}$$

$$Q = \frac{0,64 \text{ m}^3 \times 3600 \frac{\text{detik}}{\text{jam}} \times 0,81}{0,4 \text{ jam}}$$

$$Q = 70,42 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Durasi pekerjaan galian = $\frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktivitas}}$

$$= \frac{1021,434 \text{ m}^3}{70,42 \frac{\text{m}^3}{\text{jam}}}$$

$$= 15 \text{ jam} = 3 \text{ hari}$$

6.2.6.2. Perhitungan Biaya

- Upah Pekerja

Mandor	= 1 OH x 3 Hari x Rp.130.000
	= Rp. 390.000,00
Operator Escavator	= 1 OH x 3 Hari x Rp. 160.000
	= Rp. 480.000,00
Total Upah	= Rp. 870.000,00
• Alat	
Escavator	= 1 buah x Rp. 980.000 x 1 hari
	= Rp. 980.000
• Bahan	
Pasir urug	= 1021,434 m ³ x Rp. 180.000,00
	= Rp. 183.858.166
• Total Biaya	= Rp. 187.668.166,00

6.3 Pekerjaan Struktur Atas

6.3.4 Pekerjaan Tangga

Terdapat 3 jenis tangga yang ada pada proyek ini, dengan 2 tangga berada pada zona 1 dan 2 tangga berada pada zona 2.

6.3.4.1 Pekerjaan Pembesian Tangga

6.3.4.1.1 Perhitungan Durasi

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

➤ Data :

- Anak Tangga
- Panjang = 1,35 m
- Lebar = 0,3 m
- Tinggi = 0,18 m
- Decking = 30 mm
- Tul.arah x = Ø8-200
- Tul. arah y = Ø8-200
- Jumlah injakan = 22 buah
- Pelat
- Panjang = 6,6 m
- Lebar = 1,35 m

- Tinggi = 0,15 m
- Decking = 30 mm
- Tul. arah x = Ø10-150
- Tul. arah y = D13-125
- Bordes
 - Panjang = 2,7 m
 - Lebar = 1 m
 - Tinggi = 0,15 m
 - Decking = 30 mm
 - Tul. arah x = D13-125
 - Tul. arah y = D13-125
- Volume : 389 kg
- Jumlah tulangan
 - D13 = 82 buah
 - Ø 10 = 80 buah
 - Ø 8 = 198 buah
- Jumlah bengkokan
 - D13 = 33 bengkokan
 - Ø 10 = 0 bengkokan
 - Ø 8 = 154 bengkokan
 - Total bengkokan = 187 bengkokan
- Jumlah kaitan
 - D13 = 164 kaitan
 - Ø 10 = 176 kaitan
 - Ø 8 = 308 kaitan
 - Total kaitan = 648 kaitan
- Jam kerja buruh untuk membuat potongan,bengkokan dan kaitan manual serta pemasangan tulangan adalah :
- Jam kerja tiap 100 potongan
 - D13 = 2 jam
 - Ø 10 = 2 jam
 - Ø 8 = 2 jam
 - Total Tulangan = 6 jam
- Jam kerja tiap 100 bengkokan

D13 = 2 jam
 Ø 10 = 1,175 jam
 Ø 8 = 1,175 jam
 Total Tulangan = 4,35 jam

• Jam kerja tiap 100 kaitan

D13 = 3 jam
 Ø 10 = 1,85 jam
 Ø 8 = 1,85 jam

Total Tulangan = 6,7 jam

• Jam kerja pemasangan tiap 100 batang

D13 = 7,25 jam
 Ø 10 = 6 jam
 Ø 8 = 6 jam

Total Tulangan = 19,25 jam

- Mandor = 1 orang
- Tukang Besi Potong = 18 orang
- Tukang Pasang = 16 orang
- Pekerja Fabrikasi = 2 orang

➤ 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga

- Jam kerja fabrikasi = 7 jam x (16 + 2) orang
= 140 jam
- Jam kerja pemasangan = 7 jam x 18 orang + 7 jam
x 1 orang = 119 jam

➤ Produktivitas kerja 1 grup :

- Tulangan Ø8, Ø10, D13

$$\text{Pemotongan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,175 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 11915 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,185 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7568 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{119 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{6 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1700 \text{ buah/hari}$$

➤ Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian tangga zona 1 :

- Tulangan Ø 8
 - Pemotongan = $\frac{198 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,028 \text{ hari}$
 - Pembengkokan = $\frac{154 \text{ buah}}{11915 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0,013 \text{ hari}$
 - Kaitan = $\frac{308 \text{ buah}}{7568 \text{ buah/hari}} = 0,041 \text{ hari}$
 - Pemasangan = $\frac{198 \text{ buah}}{1700 \text{ buah/hari}} = 0,116 \text{ hari}$
 - Tulangan Ø 10
 - Pemotongan = $\frac{264 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,038 \text{ hari}$
 - Pembengkokan = $\frac{0 \text{ buah}}{11915 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0 \text{ hari}$
 - Kaitan = $\frac{176 \text{ buah}}{7568 \text{ buah/hari}} = 0,023 \text{ hari}$
 - Pemasangan = $\frac{264 \text{ buah}}{1700 \text{ buah/hari}} = 0,155 \text{ hari}$
 - Tulangan D 13
 - Pemotongan = $\frac{82 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,012 \text{ hari}$
 - Pembengkokan = $\frac{33 \text{ buah}}{11915 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0,003 \text{ hari}$
 - Kaitan = $\frac{308 \text{ buah}}{7568 \text{ buah/hari}} = 0,041 \text{ hari}$
 - Pemasangan = $\frac{198 \text{ buah}}{1700 \text{ buah/hari}} = 0,116 \text{ hari}$
- Total durasi pembesian ≈ 1 hari fabrikasi, 1 hari pemasangan

6.3.4.1.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
 - Besi Beton = 422,2 kg x Rp. 9000
= Rp. 3.799.36618,-
 - Kawat Bendrat (8%) = 33,77 kg x Rp. 12.200
= Rp. 412.020,-
 - Total Biaya Bahan = Rp. 4.211.386,-
- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 1 Hari x Rp 125.000
= Rp 125.000,-

Tukang Besi = 18 OH x 1 Hari x Rp 100.000
 = Rp 1.800.000,-
 Pekerja Fabrikasi = 2 OH x 1 Hari x Rp 120.000
 = Rp 240.000,-
 Pekerja Pemasangan = 16 OH x 1 Hari x Rp 120.000
 = Rp 1.920.000,-
 Total Biaya Pekerja = Rp 4.450.000,-
 Total Harga = Rp. 9.056.385,-

Maka harga satuan pembesian tangga adalah Rp.
 9.056.385,- : 422,2 kg = Rp. 21.452,-

6.3.4.2 Pekerjaan Pekerjaan Bekisting Tangga

6.3.4.2.1 Perhitungan Durasi

Luas Bekisting Tangga = 10,313 m²

Keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m² untuk pemasangan bekisting tangga adalah :

- Menyetel = 9 jam / 10m²
- Mengolesi oil = 0,5 jam / 10m²
- Memasang = 6 jam / 10m²
- Reparasi = 3,5 / 10m²
- Membuka = 3 / 10m²

Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam kerja
 - Mandor = 1 Orang
 - Tukang = 10 Orang
 - Pembantu tukang = 15 Orang (bongkar dan pasang)
 - Pembantu tukang = 5 Orang (reparasi)
- **1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga**
 - Jam kerja fabrikasi
Total durasi = 10 OH x 7 jam = 70 jam
 - Jam kerja pemasangan
Total durasi = 15 OH x 7 jam + 1 OH x 7 jam
= 112 jam
 - Jam kerja bongkar
Total durasi = 15 OH x 7 jam = 105 jam
 - Jam kerja reparasi

$$\text{Total durasi} = 5 \text{ OH} \times 7 \text{ jam} = 35 \text{ jam}$$

- **Produktivitas Bekisting :**

- Menyetel = $\frac{\text{Jumlah jam kerja fabrikasi 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{70 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 116,67 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Memasang = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{112 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 373,33 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Membuka = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{105 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 350 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Reparasi = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{105 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 350 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Oles oli = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{112 \text{ jam/hari}}{0,33 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 3360 \text{ m}^2/\text{hari}$

- Durasi Bekisting :

- Menyetel = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{10,313 \text{ m}^2}{116,67 \text{ m}^2/\text{hari}} = 0,09 \text{ hari}$
- Memasang = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{10,313 \text{ m}^2}{373,33 \text{ m}^2/\text{hari}} = 0,03 \text{ hari}$
 (sudah termasuk waktu mengangkat dengan towercrane)
- Membuka = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{10,313 \text{ m}^2}{350 \text{ m}^2/\text{hari}} = 0,03 \text{ hari}$
- Reparasi = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{10,313 \text{ m}^2}{116,67 \text{ m}^2/\text{hari}} = 0,09 \text{ hari}$
- Mengoles oli = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{10,313 \text{ m}^2}{3360 \text{ m}^2/\text{hari}} = 0,003 \text{ hari}$

6.3.4.2.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
 - Multiplek = 4 lembar x Rp 69.000
 = Rp. 276.000,-
 - Meranti 5/7 = 4 batang x Rp. 42.000
 = Rp. 168.600

- Paku = 5,156 kg x Rp 17.000
= Rp. 87.659
- Oli = 2,965 liter x Rp. 6500
= Rp. 19.272

Total harga bahan = Rp. 550.931,-

- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 1 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 125.000,-
 - Tukang = 10 OH x 1 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 1.200.000,-
 - Pembantu Tukang = 10 OH x 1 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 1.000.000,-
 - Total biaya pekerja = Rp. 11.487.232,-
- Harga Alat
 - Gergaji = 7 buah x Rp. 100.000
= Rp. 700.000,-
 - Palu = 5 buah x Rp. 100.000
= Rp. 500.000,-
 - Total harga alat = Rp. 1.200.000,-

Total Harga = Rp. 5.875.931,-

Maka harga satuan pekerjaan tangga adalah
= Rp. 5.875.931,- : 10,313 = Rp. 569.770,-/m²

6.3.5 Pekerjaan Balok

6.3.5.1 Pekerjaan Pembesian Balok

6.3.5.1.1 Perhitungan Durasi

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

➤ Data :

- Jumlah balok induk= 63
- Jumlah balok anak = 22
- Diameter tulangan balok induk
 - Utama = D16
 - Pinggang = D13
 - Beugel = D13

- Diameter tulangan balok anak
 - Utama = D16
 - Pinggang = Ø10
 - Beugel = Ø10
- Berat Total: 12.762 kg
- Banyaknya potongan
 - Balok anak
 - D16 = 176 buah
 - Ø 10 = 572 buah
 - Balok Induk
 - D16 = 949 buah
 - D13 = 2709 buah
- Jumlah bengkokan
 - Balok anak
 - D16 = 1584 buah
 - Ø 10 = 352 buah
 - Balok Induk
 - D16 = 7779 buah
 - D13 = 1898 buah
- Jumlah kaitan
 - Balok anak
 - D16 = 0 buah
 - Ø 10 = 1056 buah
 - Balok Induk
 - D16 = 0 buah
 - D13 = 1482 buah
- Rencana tenaga kerja :
 - Mandor = 1 orang
 - Tukang Besi Potong = 18 orang
 - Tukang Pasang = 16 orang
 - Pekerja Fabrikasi = 2 orang
- 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
 - Jam kerja fabrikasi = 7 jam x (16 + 2) orang
= 140 jam
 - Jam kerja pemasangan = 7 jam x 18 orang + 7 jam

x 1 orang = 119 jam

- Jam kerja tiap 100 buah
 - D16
 - Pembengkokan = 1,5 jam
 - Kaitan = 0 jam
 - Pemotongan = 2 jam
 - Pemasangan = 5,5 jam
 - D13
 - Pembengkokan = 1,175 jam
 - Kaitan = 2,3 jam
 - Pemotongan = 2 jam
 - Pemasangan = 4,125 jam
 - Ø10
 - Pembengkokan = 1,175 jam
 - Kaitan = 1,85 jam
 - Pemotongan = 2 jam
 - Pemasangan = 3,5 jam
- Produktivitas kerja 1 grup :
 - D16
 - Pemotongan = $\frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$
 - Pembengkokan = $\frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 9333 \text{ buah/hari}$
 - Pemasangan = $\frac{119 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{5,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1442 \text{ buah/hari}$
 - D13
 - Kaitan = $\frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2,3 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 6086 \text{ buah/hari}$
 - Pemotongan = $\frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$
 - Pembengkokan = $\frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,175 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 9333 \text{ buah/hari}$
 - Pemasangan = $\frac{114 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{4,125 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1700 \text{ buah/hari}$
 - Ø10
 - Kaitan = $\frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,85 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7567 \text{ buah/hari}$

$$\text{Pemotongan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,175 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 11915 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{119 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{3,5 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1700 \text{ buah/hari}$$

➤ Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian balok zona 1 :

- Balok Anak

D16

$$\text{Pemotongan} = \frac{176 \text{ buah}}{8575 \text{ buah/hari}} = 0,021 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{352 \text{ buah}}{11433 \text{ buah/hari}} = 0,031 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{176 \text{ buah}}{1845 \text{ buah/hari}} = 0,095 \text{ hari}$$

Ø10

$$\text{Pengkaitan} = \frac{1056 \text{ buah}}{7567 \text{ buah/hari}} = 0,14 \text{ hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{572 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,082 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{1584 \text{ buah}}{11915 \text{ buah/hari}} = 0,133 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{572 \text{ buah}}{1700 \text{ buah/hari}} = 0,336 \text{ hari}$$

- Balok Induk

D16

$$\text{Pemotongan} = \frac{1125 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,161 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkakan} = \frac{1360 \text{ buah}}{9333 \text{ buah/hari}} = 0,146 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{1125 \text{ buah}}{1442 \text{ buah/hari}} = 0,78 \text{ hari}$$

D13

$$\text{Pengkaitan} = \frac{1482 \text{ buah}}{6087 \text{ buah/hari}} = 0,243 \text{ hari}$$

$$\text{Pemotongan} = \frac{2709 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,387 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{9333 \text{ buah/hari}}{7779 \text{ buah}} = 0,833 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{2709 \text{ buah}}{2461 \text{ buah/hari}} = 1,6 \text{ hari}$$

6.3.5.1.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan

Besi Baja = 9591,006 kg x Rp. 9000
= 86.319.053

Kawat Bendrat (8%) = 767,28 kg x Rp. 12.200
= Rp. 9.360.821,-

Total Biaya Bahan = Rp. 95.679.875,-

- Upah Pekerja

Mandor = 1 OH x 4 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 625.000,-

Tukang Besi = 18 OH x 4 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 5.760.000,-

Pekerja Fabrikasi = 2 OH x 4 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 720.000,-

Pekerja Pemasangan = 16 OH x 4 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 5.400.000,-

Total Biaya Pekerja = Rp. 12.505.000,-

- Harga Alat

Pembengkok Besi = 2 buah x Rp. 100.000 x 3 hari
= Rp. 600.000,-

Pemotong Besi = 2 buah x Rp. 100.000 x 3 hari
= Rp. 600.000,-

Total Biaya Alat = Rp. 1.200.000,-

Total Harga = Rp. 109.384.875,-

Maka harga satuan pekerjaan pembesi perkilo adalah
= Rp. 109.384.875,- : 9591,006 = Rp. 11.404,-

6.3.5.2 Pekerjaan Bekisting Balok

6.3.5.2.1 Perhitungan Durasi

Luas Bekisting Balok	= 509,96 m ²
- Menyetel	= 8 jam / 10m ²
- Mengolesi oil	= 0,5 jam / 10m ²
- Memasang	= 3,5 jam / 10m ²
- Reparasi	= 3,5 / 10m ²
- Membuka	= 3,5 / 10m ²

Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam kerja
 - Mandor = 1 Orang
 - Tukang = 10 Orang
 - Pembantu tukang = 15 Orang (bongkar dan pasang)
 - Pembantu tukang = 5 Orang (reparasi)
- **1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga**
 - Jam kerja fabrikasi
Total durasi = 10 OH x 7 jam = 70 jam
 - Jam kerja pemasangan
Total durasi = 15 OH x 7 jam + 1 OH x 7 jam
= 112 jam
 - Jam kerja bongkar
Total durasi = 15 OH x 7 jam = 105 jam
 - Jam kerja reparasi
Total durasi = 5 OH x 7 jam = 35 jam

• Produktivitas Bekisting :

- Menyetel = $\frac{\text{Jumlah jam kerja fabrikasi 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{70 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 87,5 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Memasang = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{112 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 300 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Membuka = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{105 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 300 \text{ m}^2/\text{hari}$

- Reparasi = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{105 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 300 \text{ m}^2/\text{hari}$
 - Oles oli = $\frac{\text{Jumlah jam kerja 1 grup}}{\text{Jam kerja tiap cetakan } 10 \text{ m}^2} \times 10$
 $= \frac{112 \text{ jam/hari}}{0,33 \text{ jam}/10\text{mm}^2} \times 10 = 3360 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Durasi Bekisting :
- Menyetel = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{509,96 \text{ m}^2}{87,5 \text{ m}^2/\text{hari}} = 5,83 \text{ hari}$
 - Memasang = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{509,96 \text{ m}^2}{300 \text{ m}^2/\text{hari}} = 2,26 \text{ hari}$ (sudah termasuk waktu mengangkat dengan towercrane)
 - Membuka = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{509,96 \text{ m}^2}{300 \text{ m}^2/\text{hari}} = 1,70 \text{ hari}$
 - Reparasi = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{509,96 \text{ m}^2}{300 \text{ m}^2/\text{hari}} = 5,09 \text{ hari}$
 - Mengoles oli = $\frac{\text{Volume Bekisting}}{\text{Produktivitas}} = \frac{509,96 \text{ m}^2}{3360 \text{ m}^2/\text{hari}} = 0,15 \text{ hari}$

6.3.5.2.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan
 - Kayu Multiplek Meranti
 $= 176 \text{ lembar} \times \text{Rp. } 69.000 = \text{Rp. } 12.144.000,-$
 - Kayu Rangka Bekisting Meranti 5/7
 $= 879 \times \text{Rp. } 42.000 = \text{Rp. } 36.918.000,-$
 - Minyak
 $= 114,4 \text{ liter} \times \text{Rp. } 6500 = \text{Rp. } 409,368,-$
 - Paku
 $= 278,183 \text{ kg} \times \text{Rp. } 17.000 = 4.729.109$
 - Total Biaya Bahan = Rp. 54.200.478,-
- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 3 Hari x Rp. 125.000
 $= \text{Rp. } 375.000,-$
 - Tukang = 10 OH x 6 Hari x Rp. 120.000
 $= \text{Rp. } 7.200.000,-$
 - Pembantu Tukang = 10 OH x 10 Hari x Rp. 100.000
 $= \text{Rp. } 10.000.000,-$

- Total biaya pekerja = Rp. 17.575.000,-
- Harga Alat
 - Gergaji = 7 buah x Rp. 100.000
= Rp. 700.000,-
 - Palu = 5 buah x Rp. 100.000
= Rp. 500.000,-
 - Total harga alat = Rp. 1.200.000,-
- Total Harga = Rp. 69.025.478,-
Maka harga satuan pekerjaan tangga adalah
= Rp. 69.025.478,- : 509,96 = Rp. 135.354,-/m²

6.3.6 Pekerjaan Pengadaan dan Pangkatan Halfslab

6.3.6.1 Perhitungan Durasi

Pada perhitungan pengangkatan halfslab ini dibantu dengan menggunakan tower crane. Half slab direncanakan menggunakan 4 titik angkat.

Setelah dilakukan perhitungan pengadaan halfslab memerlukan waktu 1 hari dan pengangkatan half slab menggunakan tower crane, maka didapatkan durasi sebesar 479,440 menit = 7,991 jam = 1 hari

6.3.6.2 Perhitungan Biaya

Untuk harga half slab didapat dari PT. Varia Usaha Beton, harga sudah termasuk dengan biaya pengiriman.

- Harga Bahan

Tabel 6. 9 Kebutuhan Biaya Halfslab Zona 1

Zona	Lx	Ly	Tebal Pelat	Jumlah	Harga	Total Harga
1	Panjang	Panjang				
	(m)	(m)	(m)	(buah)	(Rp.)	(Rp.)
	1.2	3.96	0.08	24	1,800,000.00	43,200,000.00
	1.175	3.96	0.08	2	1,800,000.00	3,600,000.00
	1.45	2.7	0.08	18	1,800,000.00	32,400,000.00
	1.45	2.65	0.08	3	1,800,000.00	5,400,000.00
	1.855	4.15	0.08	16	2,500,000.00	40,000,000.00
	2.34	4.15	0.08	8	3,300,000.00	26,400,000.00
Total						124,600,000.00

- Upah Pekerja

Mandor = 1 OH x 1 Hari x Rp. 125.000

= Rp. 125.000,-

Pembantu Tukang = 2 OH x 1 Hari x Rp. 100.000

= Rp. 200.000,-

Total Upah Pekerja = Rp. 325.000,-

Total Harga = Rp. 124,925,000.00,-

6.3.7 Pekerjaan Pembesian Over Topping

6.3.7.1 Perhitungan Durasi

Pada pekerjaan pembesian dilakukan dengan bantuan tenaga manusia, berikut analisa pekerjaan pembesian :

➤ Data :

- Jumlah Pelat = 36

- Diameter tulangan

–Arah X = Ø 10

- Arah Y = $\emptyset 10$
- Volume : 3326 kg
- Banyaknya tulangan
 - Arah X = 1367 buah
 - Arah Y = 641 buah
 - Total = 2007 buah
- Jumlah bengkokan
 - $\emptyset 10$ = 2007 buah x 2 bengkokan = 4014 bengkokan
- Jumlah kaitan
 - $\emptyset 10$ = 2007 buah x 2 bengkokan = 4014 kaitan
- Jumlah bengkokan
 - $\emptyset 10$ = 2007 buah x 1 potong = 4014 potong
- Jam kerja tiap pekerjaan
 - Jam kerja tiap 100 potongan
 - $\emptyset 10$ = 2 jam
 - Jam kerja tiap 100 bengkokan
 - Bengkokan $\emptyset 10$ = 1,175 jam
 - Jam kerja tiap 100 kaitan
 - Kaitan $\emptyset 10$ = 1,85 jam
 - Jam kerja pemasangan tiap 100 batang
 - Pasang $\emptyset 10$ = 6 jam
- Rencana tenaga kerja :
 - Mandor = 1 orang
 - Tukang Besi Potong = 18 orang
 - Tukang Pasang = 16 orang
 - Pekerja Fabrikasi = 2 orang
- 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
 - Jam kerja fabrikasi = 7 jam x (16 + 2) orang = 140 jam
 - Jam kerja pemasangan = 7 jam x 18 orang + 7 jam x 1 orang = 119 jam
 - Produktivitas kerja 1 grup :

$$\text{Pemotongan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{2 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7000 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,175 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 11915 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{140 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{1,85 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 7568 \text{ buah/hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{119 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 100 \text{ buah}}{6 \text{ jam}/100 \text{ buah}} = 1983 \text{ buah/hari}$$

➤ Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :

Berikut ini adalah waktu yang dibutuhkan tenaga kerja untuk pekerjaan pembesian pelat overtopping lantai 2 zona 1 :

$$\text{Pemotongan} = \frac{2007 \text{ buah}}{7000 \text{ buah/hari}} = 0,287 \text{ hari}$$

$$\text{Pembengkokan} = \frac{4014 \text{ buah}}{11915 \frac{\text{buah}}{\text{hari}}} = 0,337 \text{ hari}$$

$$\text{Kaitan} = \frac{4014 \text{ buah}}{7568 \text{ buah/hari}} = 0,53 \text{ hari}$$

$$\text{Pemasangan} = \frac{2007 \text{ buah}}{1983 \text{ buah/hari}} = 1,012 \text{ hari}$$

Total durasi pembesian 2 hari fabrikasi, 2 hari pemasangan

6.3.7.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan

Besi Beton Polos = 3325,9 kg x Rp 9000
= Rp 29.933.514,-

Kawat Bendrat (8%) = 266 kg x Rp 12.200
= Rp 3.246.123,-

Total Biaya Bahan = Rp 33.179.638,-

- Upah Pekerja

Mandor = 1 OH x 2 Hari x Rp. 125.000
= Rp. 250.000,-

Tukang Besi Potong = 18 OH x 2 Hari x Rp. 100.000
= Rp. 3.600.000,-

Pekerja Fabrikasi = 2 OH x 2 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 480.000,-

Pekerja Pemasangan = 16 OH x 2 Hari x Rp. 120.000
= Rp. 3.840.000,-

Total Biaya Pekerja = Rp 8.170.000,-

- Harga Alat
 - Pembengkok Besi = 2 buah x Rp. 100.000 x 3 hari
= Rp. 600.000,-
 - Pemotong Besi = 2 buah x Rp. 100.000 x 3 hari
= Rp. 600.000,-
 - Total Biaya Alat = Rp. 1.200.000,-

Total Harga = Rp. 42.149.637,-

Maka harga satuan pekerjaan bekisting per kg adalah
= Rp. Rp. 42.149.637,- : 3326 kg = Rp. 12.672,-

6.3.8 Pekerjaan Pengecoran Tangga , Balok dan Pelat

6.3.10.1 Perhitungan Durasi

- **Data :**
 - Volume beton = 88,40 m³
 - Efisiensi kerja (Ek) :
 - Faktor kondisi peralatan = Baik = 0,75
 - Faktor operator dan mekanik = cukup = 0,75
 - Faktor cuaca = mendung = 0,75
 - Berdasarkan hitungan pada BAB II didapat Horizontal Equivalent Length = 73,95 m
 - Kapasitas produksi *concrete pump*
= *Delivery Capacity* (m³/jam) x Efisiensi kerja
= 76 m³/jam x (0,75 x 0,75 x 0,75)
= 32,06 m³/jam
 - Kebutuhan truck mixer untuk pengecoran Tangga , Balok dan Pelat zona 1 :

$$= \frac{\text{Volume beton yang dibutuhkan (m3)}}{\text{Kapasitas truck Mixer (m3)}}$$

$$= \frac{88,40 \text{ m}^3}{7 \text{ m}^3} = 13 \text{ truck mixer}$$
- **Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :**
 - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
 - Jumlah pekerja = 1 grup berisi 1 mandor, 13 supir, 3 tukang, dan 3 pembantu tukang
- **Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan :**

Perhitungan waktu pelaksanaan pengecoran terdiri dari :

- Waktu persiapan :
 - Pengaturan posisi *truck mixer* dan *concrete pump* = 5 menit
 - Pemasangan pompa = 15 menit
 - Idle (Waktu tunggu) pompa = 10 menit
 - Total waktu persiapan = 30 menit
 - Waktu persiapan tambahan
 - Pergantian antar *truck mixer*
= 13 *truck mixer* x 5 menit tiap 1 *truck mixer*
= 65 menit
 - Waktu untuk pengujian slump
= 13 *truck mixer* x 5 menit tiap 1 *truck mixer*
= 65 menit
 - Total waktu persiapan tambahan = 130 menit
 - Waktu Operasional pengecoran

$$= \frac{\text{Volume pengecoran (m}^3\text{)}}{\text{Kapasitas produksi (m}^3\text{/jam)}}$$

$$= \frac{88,40 \text{ m}^3}{32,06 \text{ m}^3/\text{jam}} \times 60 \text{ menit}$$

$$= 165,43 \text{ menit}$$
 - Waktu pasca pelaksanaan :
 - Pembesihan pompa = 10 menit
 - Pembongkaran pompa = 15 menit
 - Persiapan kembali = 5 menit
 - Total waktu pasca pelaksanaan = 30 menit
- Waktu total** = persiapan + persiapan tambahan + waktu pengecoran + pasca pelaksanaan
 = 30 menit + 130 menit + 165,43 menit + 30 menit
- Waktu total** = 355,43 menit
 = 5,92 jam = 1 hari
- Maka, pengecoran tangga, balok, pelat overtopping zona 1 membutuhkan waktu 1 hari.

6.3.10.2 Perhitungan Biaya

- Harga Bahan

Beton Readymix K-300 berdasarkan brosur PT. Merak Jaya Beton

Beton Readymix K-300 = $88,40 \text{ m}^3 \times \text{Rp. } 625.000$
 = Rp. 55.251.124,-

- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 OH x 1 Hari x Rp. 125.000,-
= Rp. 125.000,-
 - Tukang = 3 OH x 1 Hari x Rp. 120.000,-
= Rp. 360.000,-
 - Pembantu tukang = 3 OH x 1 Hari x Rp. 100.000,-
= Rp. 300.000,-
 - Supir Concrete Pump = 13 OH x Rp. 100.000,-
= Rp. 1.300.000,-
 - Total Biaya Pekerja = Rp. 4.050.000,-
- Biaya Alat
 - Concrete Pump = 13 buah x 1 Hari x Rp.155.000
= Rp. 2.015.000,-
 - Vibrator = 3 buah x Rp. 700.000,-
= Rp. 2.100.000,-
 - Total Biaya Alat = Rp. 1.125.000,-
 - Total Harga = Rp. 63.416.124,-

Tabel 6. 10 Rekap Biaya

No	Lantai	Total Biaya
1	Pekerjaan Persiapan	78,636,600.00
2	Struktur Bawah dan Lantai 1	5,427,895,844.18
3	Lantai 2	1,067,781,410.42
4	Lantai 3	1,049,083,988.59
5	Lantai 4	1,125,847,368.08
6	Lantai 5	950,935,163.39
7	Lantai 6	943,788,938.01
8	Lantai 7	886,492,599.71
9	Lantai 8	865,363,688.55
10	Lantai Atap	676,252,421.53
11	Biaya Tower Crane	422,500,000.00

12	Biaya Scaffolding	140,624,000.00
Total Keseluruhan		14,066,849,022.47

Tabel 6. 11 Rekap Durasi

No	Lantai	Total Durasi per Lantai (hari)
1	Pekerjaan Persiapan	5.00
2	Struktur Bawah dan Lantai 1	61.00
3	Lantai 2	82.00
4	Lantai 3	89.00
5	Lantai 4	94.00
6	Lantai 5	79.00
7	Lantai 6	85.00
8	Lantai 7	82.00
9	Lantai 8	77.00
10	Lantai Atap	73.00
11	Biaya Tower Crane	195.00
12	Biaya Scaffolding	187.00

“Halaman Ini Sengaja dikosongkan”

BAB VII PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perhitungan durasi dan biaya untuk pengerjaan proyek pembangunan struktur Menara Rungkut Surabaya, didapatkan kesimpulan

1. Metode pelaksanaan untuk *halfslab* adalah pertama dengan penentuan dimensi *halfslab*, lalu dilakukan perhitungan struktur untuk mengetahui kebutuhan tulangan. Setelah itu dilakukan pemesanan *precast* pada PT. Varia Usaha Beton, yang kemudian akan dikirim ke proyek dan ditumpuk. Kemudian *precast* di angkat dan di pasang sesuai dengan titik pemasangan dan di ereksi, dengan bantuan tower crane. Lalu diberi tulangan overtopping dan dicor sesuai dengan perhitungan yang telah dilakukan.
2. Durasi yang didapat menggunakan alat bantu Microsoft Project 2016 adalah 249 hari atau 8 bulan 9 hari
3. Biaya untuk pengerjaan adalah Rp. 13,635,202,022.47,-

7.2 Saran

1. Dalam perhitungan biaya upah pekerja sebaiknya diperhatikan pembulatan durasi kerja supaya lebih teliti.
2. Dalam perhitungan durasi pekerjaan sebaiknya terlebih dahulu ditentukan berapa lama proyek tersebut harus selesai sehingga penentuan grup pekerja lebih mudah dan akan didapatkan waktu yang sesuai dengan batasan durasi tersebut.

“Halaman Ini Sengaja di Kosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widiastuti, Irika, 2013, *Manajemen Konstruksi*. Bandung : Remaja Rosdakarya
- [2] Ervianto, Wulfram I. (2007). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [3] Wisanggeni, Dimas H., 2017, *Perbandingan Sistem Pelat Konvensional dan Precast Half Slab Ditinjau dari Segi Waktu dan Biaya pada Proyek My Tower Apartement Surabaya*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [4] PT Pembangunan Perumahan, 2003, *Buku Refrensi Untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama
- [4] Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova
- [5] Rochmanhadi, 1987, *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Semarang : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [6] Utama Karya, 2017, *Rencana Mutu Kesehatan Keselamatan Kerja (RMK3L)*. Jakarta : Utama Karya
- [7] Ramadhani, Adinda Puspita, 2014, *Analisa Anggaran Pelaksanaan Struktur Utama Beton dan Atap Baja serta Penjadwalan Waktu Pelaksanaan pada Gedung Teknik Pengairan Universitas Brawijaya – Malang*. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Faradina Safiraa, dilahirkan di Surabaya, 31 Juli 1997. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Al-Husna, MI Islamiyah 03 Madiun, SMPN 6 Madiun, dan SMAN 2 Madiun. Setelah lulus dari SMAN 2 Madiun pada tahun 2015, penulis mengikuti seleksi masuk ITS, dan diterima di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi ITS pada tahun 2015 dan lulus pada tahun 2018. Penulis kemudian melanjutkan Pendidikan pada lanjut jenjang D4 ITS dengan NRP 10111815000041 Pada Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, penulis mengambil bidang studi bangunan transport gedung. Penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Diploma Sipil (HMDS) FV ITS serta aktif dalam beberapa kepanitiaan selama menjadi mahasiswa ITS. Penulis dapat dihubungi via email : frdnsafiraa@gmail.com

LAMPIRAN

1. Perbedaan harga satuan pada item pengecoran

Lantai	Volume (m3)		Harga (Rp.)		Harga per Volume	
	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
1	79.5	103.5	54,762,195.63	69,725,558.55	688,490.46	673,801.28
2	43.5	52.0	32,212,866.71	37,569,716.00	741,197.23	722,056.51
3	43.5	52.0	32,475,864.77	37,538,763.38	747,248.65	721,461.62
4	41.0	50.8	30,680,361.28	36,790,898.59	748,144.97	724,437.95
5	41.0	50.8	30,680,361.28	36,790,898.59	748,144.97	724,437.95
6	29.6	42.0	23,546,882.72	31,295,749.95	795,636.86	745,257.57
7	29.6	42.0	23,546,882.72	31,295,749.95	795,636.86	745,257.57
8	29.6	42.0	23,546,882.72	31,295,749.95	795,636.86	745,257.57

Lantai	Volume Beton		Delivery Capacity		Kapasitas Produksi		Kebutuhan Truck Mixer		Durasi Persiapan (menit)		Durasi Operasional (menit)		Durasi TC (jam)		Durasi Total (jam)		Durasi Total (hari)	
	Zona 1 (m ³)	Zona 2 (m ³)	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2	Zona 1	Zona 2
1	79.5	103.5	8.1	12.6	6.5	10.2	8	11	85	115	730.6	608.0	0.52	0.63	13.6	12.1	3	2
2	43.5	52.0	4.5	7.0	3.7	5.6	5	6	55	65	708.5	553.9	0.53	0.68	12.7	10.3	2	2
3	43.5	52.0	4.5	7.0	3.7	5.6	5	6	55	65	708.5	553.9	0.53	0.68	12.7	10.3	2	2
4	41.0	50.8	4.2	6.7	3.4	5.5	5	6	55	65	715.7	557.8	0.54	0.69	12.8	10.4	2	2
5	41.0	50.8	4.2	6.7	3.4	5.5	5	6	55	65	715.7	557.8	0.54	0.69	12.8	10.4	2	2
6	29.6	42.0	3.2	5.7	2.6	4.6	3	5	35	55	694.4	546.2	0.55	0.70	12.2	10.0	2	2
7	29.6	42.0	3.2	5.7	2.6	4.6	3	5	35	55	687.6	542.5	0.55	0.70	12.0	10.0	2	2
8	29.6	42.0	3.2	5.8	2.6	4.7	3	5	35	55	681.0	538.8	0.56	0.71	11.9	9.9	2	2

2. Perbandingan harga Permen PU, HSPK dan Sudrajat pada pekerjaan persiapan

Jenis Pekerjaan : Pembuatan Bouwplank /Titik

Satuan Pekerjaan : m¹

Uraian		Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A.	Upah Tenaga					
	1. Mandor		OH	0.0045	125000	562.5
	2. Kepala Tukang		OH	0.01	122000	1220
	3. Tukang		OH	0.1	120000	12000
	4. Pembantu Tukang		OH	0.1	100000	10000
Jumlah Harga Upah Tenaga						23782.5
B.	Bahan					
	1. Kayu kamper (balok)		m3	0.012	3000000	36000
	2. Paku		kg	0.02	17000	340
	3. Kayu kamper (papan)		m3	0.007	3350000	23450
Jumlah Harga Bahan						59790
C.	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						0
D.	Jumlah (A+B+C)					83572.5

Harga total = Volume x Harga satuan =

Rp. 18181197.38

Jenis Pekerjaan : Uitzet Dengan WaterPass / Theodolit
 Satuan Pekerjaan : m2

Uraian		Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A.	Upah Tenaga					
	1. Surveyor Geodesi		OH	0.005	135000	675
	2. Pembantu Tukang		OH	0.01	100000	1000
Jumlah Harga Upah Tenaga						1675
B.	Bahan					
	1. Sewa Theodolite		Hari	0.0067	175000	1172.5
Jumlah Harga Bahan						1172.5
C.	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						0
D	Jumlah (A+B+C)					2847.5

Harga total = Volume x Harga satuan =

Rp. 15909639.13

Jenis Pekerjaan : Pembuatan pagar sementara senggelombang tinggi 2 m
 Satuan Pekerjaan : m¹

Uraian		Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp.)	Jumlah (Rp.)
A.	Upah Tenaga					
	1. Mandor		OH	0.02	125000	2500
	2. Kepala Tukang		OH	0.02	122000	2440
	3. Tukang		OH	0.2	120000	24000
	4. Pembantu Tukang		OH	0.4	100000	40000
Jumlah Harga Upah Tenaga						68940
B.	Bahan					
	1. Seng Gelombang BJLS 30, Uk. (0,8 x 1,8)		M1	1.2	69000	82800
	2. Paku seng 7 cm		Kg	0.06	17000	1020
	1. Kayu Meranti 5/7, panjang 4 m		M3	0.072	5000000	
	2. Kayu dolken 8-10 cm		Batang	1.25	25000	31250
Jumlah Harga Bahan						115070
C.	Peralatan					
Jumlah Harga Peralatan						0
D.	Jumlah (A+B+C)					184010

Harga total = Volume x Harga satuan =

Rp. 60723300

No	Pekerjaan	Harga	
		AHSP / Permen PU	Sudrajat
1	Uitzet Dengan Theodolit	15,909,639.13	970,000.00
2	Pembuatan Bouwplank /Titik	18,181,197.38	5,615,600.00
3	Pembuatan pagar sementara seng gelombang tinggi 2 m	60,723,300.00	72,051,000.00

3. Durasi untuk pengangkutan half slab

No	Jarak TC ke HS (m)	Jarak Panel Precast ke TC (m)	Jarak Trolley (m)	Sudut Slewing (°)	Tinggi Hoisting (m)	Tinggi Tambahan (m)	Waktu Berangkat				Waktu Pulang				Waktu Muat (menit)	Waktu Ereksi (menit)	Waktu Bongkar (menit)	Waktu Siklus TC (menit)
	h	i	$j = h - i$	k	$l = h$ tujuan + m	m	Waktu Hoisting (menit)	Waktu Slewing (menit)	Waktu Trolley (menit)	Waktu Landing (menit)	Waktu Hoisting (menit)	Waktu Slewing (menit)	Waktu Trolley (menit)	Waktu Landing (menit)				
							$n = l/V$ hoisting	$o = k/V$ Slewing	$p = j/V$ Trolley	$q = m/V$ Landing	$r = l/V$ hoisting	$s = k/V$ Slewing	$t = j/V$ Trolley	$u = m/V$ Landing				
ZONA 1 LANTAI 1																		
1	28.0	23.7	4.3	85.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	2.0	2.0	2.0	7.0
2	26.9	23.7	3.2	87.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.0
3	25.7	23.7	2.0	89.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.0	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
4	24.6	23.7	0.9	91.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.0	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
5	23.5	23.7	0.2	93.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.0	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
6	22.5	23.7	1.2	96.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.0	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.0
7	21.9	23.7	1.8	99.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.0	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.0
8	20.8	23.7	2.9	103.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.0	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
9	20.0	23.7	3.7	106.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
10	19.3	23.7	4.4	110.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
11	18.7	23.7	5.0	114.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
12	19.3	23.7	4.4	118.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
13	18.2	23.7	5.5	128.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
14	18.4	23.7	5.3	142.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.4
15	19.2	23.7	4.5	156.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
16	21.3	23.7	2.4	167.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.0	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
17	19.6	23.7	4.1	171.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.1	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
18	17.3	23.7	6.4	158.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6

19	16.5	23.7	7.2	143.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
20	16.1	23.7	7.6	127.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.4
21	28.3	23.7	4.6	77.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
22	25.6	23.7	1.8	80.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
23	23.4	23.7	0.3	84.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
24	20.6	23.7	3.1	89.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.0
25	19.0	23.7	4.7	95.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
26	16.9	23.7	6.8	103.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
27	15.7	23.7	8.0	112.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
28	13.7	23.7	10.0	125.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.2	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.4
29	14.0	23.7	9.7	144.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.2	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
30	15.0	23.7	8.7	162.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.7
31	17.6	23.7	6.2	174.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.1	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.7
32	15.5	23.7	8.2	180.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.1	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.8
33	12.5	23.7	11.2	167.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.2	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.8
34	11.3	23.7	12.4	146.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.2	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.7
35	11.1	23.7	12.6	123.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.2	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
36	14.1	23.7	9.6	109.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.2	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
37	15.3	23.7	8.4	99.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
38	17.7	23.7	6.0	92.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
39	19.1	23.7	4.6	85.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.0
40	22.3	23.7	1.4	81.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
41	24.8	23.7	1.1	76.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.8
42	27.4	23.7	3.7	74.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
43	26.7	23.7	3.0	70.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.8
44	24.0	23.7	0.3	73.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.8
45	21.3	23.7	2.4	77.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
46	18.8	23.7	4.9	81.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
47	16.4	23.7	7.3	87.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1

48	14.1	23.7	9.6	95.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.2	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
49	12.5	23.7	11.2	106.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.2	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
50	13.9	23.7	9.8	173.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.2	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.8
51	10.5	23.7	13.2	174.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.2	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.9
52	8.9	23.7	14.8	149.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.2	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.8
53	8.8	23.7	15.0	119.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.2	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
54	12.6	23.7	11.1	165.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.2	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.8
55	9.1	23.7	14.6	179.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.2	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	9.0
56	6.7	23.7	17.0	152.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.3	0.04	0.02	0.6	0.2	0.1	3.0	2.0	2.0	8.8
57	69.7	23.7	46.0	114.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.8	0.04	0.02	0.5	0.5	0.1	3.0	2.0	2.0	9.3
58	9.5	23.7	14.2	114.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.2	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
59	10.3	23.7	13.4	93.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.2	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
60	11.3	23.7	12.4	88.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.2	0.04	0.02	0.3	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
61	12.5	23.7	11.2	84.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.2	0.04	0.02	0.3	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
62	13.7	23.7	10.0	80.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.2	0.04	0.02	0.3	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
63	15.0	23.7	8.7	76.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.0
64	16.3	23.7	7.4	74.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.0
65	17.7	23.7	6.1	72.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
66	19.0	23.7	4.7	70.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.9
67	20.4	23.7	3.3	68.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.1	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.8
68	21.8	23.7	1.9	66.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.7
69	23.2	23.7	0.5	65.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.7
70	24.6	23.7	0.9	64.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.7
71	26.1	23.7	2.3	63.0	5.8	2.0	0.1	0.3	0.0	0.04	0.02	0.3	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	7.7

No	Jarak TC ke HS (m)	Jarak WS ke TC (m)	Jarak Trolley (m)	Sudut Slewing (°)	Tinggi Hoisting (m)	Tinggi Tambahan (m)	Waktu Berangkat				Waktu Pulang				Waktu Muat (menit)	Waktu Ereksi (menit)	Waktu Bongkar (menit)	Waktu Siklus TC (menit)
	h	i	$j = h - i$	k	$l = h$ tujuan + m	m	Waktu Hoisting (menit)	Waktu Slewing (menit)	Waktu Trolley (menit)	Waktu Landin g (menit)	Waktu Hoisting (menit)	Waktu Slewing (menit)	Waktu Trolley (menit)	Waktu Landin g (menit)				
							$n = l/V$ hoisting	$o = k/V$ Slewing	$p = j/V$ Trolley	$q = m/V$ Landin g	$r = l/V$ hoisting	$s = k/V$ Slewing	$t = j/V$ Trolley	$u = m/V$ Landin g				

ZONA 2 LANTAI 1

1	31.9	23.7	8.2	166.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.1	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.7
2	30.3	23.7	6.6	168.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.1	0.04	0.02	0.7	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.7
3	28.7	23.7	5.0	170.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.1	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.7
4	27.5	23.7	3.8	172.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.1	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
5	26.6	23.7	2.9	174.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.0	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
6	25.5	23.7	1.8	176.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.0	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
7	24.2	23.7	0.5	179.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.0	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
8	22.8	23.7	0.9	177.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.0	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
9	19.9	23.7	3.8	175.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.1	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.7
10	21.3	23.7	2.4	171.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.0	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
11	23.7	23.7	0.0	168.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.0	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
12	25.9	23.7	2.2	165.0	5.8	2.0	0.1	0.7	0.0	0.04	0.02	0.7	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
13	29.4	23.7	5.7	162.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
14	29.1	23.7	5.4	160.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.6
15	28.2	23.7	4.4	157.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
16	24.6	23.7	0.9	159.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.0	0.04	0.02	0.6	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
17	22.2	23.7	1.6	162.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.0	0.04	0.02	0.6	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
18	27.5	23.7	3.8	154.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
19	27.6	23.7	3.9	148.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.1	0.04	0.02	0.6	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
20	25.7	23.7	2.0	148.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.0	0.04	0.02	0.6	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.4

21	26.1	23.7	2.4	142.0	5.8	2.0	0.1	0.6	0.0	0.04	0.02	0.6	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.4
22	25.9	23.7	2.2	138.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.0	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
23	25.8	23.7	2.1	135.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.0	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
24	22.2	23.7	1.5	134.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.0	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
25	19.5	23.7	4.2	133.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
26	15.9	23.7	7.9	136.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
27	15.9	23.7	7.8	136.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.5
28	16.0	23.7	7.7	125.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.4
29	16.3	23.7	7.4	120.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
30	19.7	23.7	4.0	125.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
31	22.3	23.7	1.4	136.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.0	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
32	25.3	23.7	1.6	128.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.0	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
33	26.1	23.7	2.4	125.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.0	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
34	26.4	23.7	2.7	122.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.0	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
35	26.7	23.7	3.0	119.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
36	23.0	23.7	0.7	118.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.0	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
37	20.4	23.7	3.3	116.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
38	16.7	23.7	7.0	115.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
39	17.3	23.7	6.4	110.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
40	17.9	23.7	5.8	106.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
41	18.6	23.7	5.1	102.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
42	21.5	31.5	10.0	109.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.2	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
43	24.0	31.5	7.5	111.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.3
44	27.2	31.5	4.3	116.0	5.8	2.0	0.1	0.5	0.1	0.04	0.02	0.5	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
45	27.4	31.5	4.0	113.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
46	28.2	31.5	3.3	110.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.0	0.1	3.0	2.0	2.0	8.1
47	25.4	31.5	6.1	110.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2

48	22.9	31.5	8.6	102.0	5.8	2.0	0.1	0.4	0.1	0.04	0.02	0.4	0.1	0.1	3.0	2.0	2.0	8.2
----	------	------	-----	-------	-----	-----	-----	-----	-----	------	------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

ZONA 1																
Ketinggian Kolom (m)	Tinggi Hoisting (m)	Waktu Berangkat				Waktu Pulang				Waktu Muat (menit)	Waktu Muat (menit)	Waktu Bongkar (menit)	Waktu Siklus TC (menit)	Waktu Siklus TC (menit)	Waktu Siklus TC (menit)	
		Waktu Hoisting (menit)	Waktu Slewing (menit)	Waktu Trolley (menit)	Waktu Landing (menit)	Waktu Hoisting (menit)	Waktu Slewing (menit)	Waktu Trolley (menit)	Waktu Landing (menit)							
5.8	7.8	6.9225	30.758	8.292	2.536	1.224	30.758	4.975	3.550	212.000	142.000	142.000	585.015	1.393	2.000	
Lantai 1																
8.8	10.8	9.585	30.758	8.292	2.536	1.224	30.758	4.975	3.550	212.000	142.000	142.000	587.677	1.399	2.000	
Lantai 2																
11.8	13.8	12.2475	30.758	8.292	2.536	1.224	30.758	4.975	3.550	212.000	142.000	142.000	590.340	1.406	2.000	
Lantai 3																
14.8	16.8	14.91	30.758	8.292	2.536	1.224	30.758	4.975	3.550	212.000	142.000	142.000	593.002	1.412	2.000	
Lantai 4																
17.8	19.8	17.5725	30.758	8.292	2.536	1.224	30.758	4.975	3.550	212.000	142.000	142.000	595.665	1.418	2.000	
Lantai 5																
20.8	22.8	20.235	30.758	8.292	2.536	1.224	30.758	4.975	3.550	212.000	142.000	142.000	598.327	1.425	2.000	
Lantai 6																
23.8	25.8	22.8975	30.758	8.292	2.536	1.224	30.758	4.975	3.550	212.000	142.000	142.000	600.990	1.431	2.000	
Lantai 7																
26.8	28.8	25.56	30.758	8.292	2.536	1.224	30.758	4.975	3.550	212.000	142.000	142.000	603.652	1.437	2.000	
Lantai 8																

ZONA 2															
Ketinggian Kolom (m)	Tinggi Hoisting (m)	Waktu Berangkat				Waktu Pulang				Waktu Muat (menit)		Waktu Bongkar (menit)	Waktu Siklus TC (menit)	Waktu Siklus TC (menit)	Waktu Siklus TC (menit)
		Waktu Hoisting (menit)	Waktu Slewing (menit)	Waktu Trolley (menit)	Waktu Landing (menit)	Waktu Hoisting (menit)	Waktu Slewing (menit)	Waktu Trolley (menit)	Waktu Landing (menit)						
5.8	7.8	4.68	26.599	3.271	1.714	0.828	26.599	1.963	2.400	144.000	96.000	96.000	404.054	0.962	1.000
Lantai 1															
8.8	10.8	6.48	26.599	3.271	1.714	0.828	26.599	1.963	2.400	144.000	96.000	96.000	405.854	0.966	1.000
Lantai 2															
11.8	13.8	8.28	26.599	3.271	1.714	0.828	26.599	1.963	2.400	144.000	96.000	96.000	407.654	0.971	1.000
Lantai 3															
14.8	16.8	10.08	26.599	3.271	1.714	0.828	26.599	1.963	2.400	144.000	96.000	96.000	409.454	0.975	1.000
Lantai 4															
17.8	19.8	11.88	26.599	3.271	1.714	0.828	26.599	1.963	2.400	144.000	96.000	96.000	411.254	0.979	1.000
Lantai 5															
20.8	22.8	13.68	26.599	3.271	1.714	0.828	26.599	1.963	2.400	144.000	96.000	96.000	413.054	0.983	1.000
Lantai 6															
23.8	25.8	15.48	26.599	3.271	1.714	0.828	26.599	1.963	2.400	144.000	96.000	96.000	414.854	0.988	1.000
Lantai 7															
26.8	28.8	17.28	26.599	3.271	1.714	0.828	26.599	1.963	2.400	144.000	96.000	96.000	416.654	0.992	1.000
Lantai 8															

