



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

## TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG PASCASARJANA UMM DENGAN  
MODIFIKASI PLAT *HALF SLAB*

MITHA YULINDA  
10111815000047

DOSEN PEMBIMBING :  
Ir. Sukobar MT.  
NIP. 19571201 198601 1 002

PROGRAM SARJANA TERAPAN  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2019





## **TUGAS AKHIR TERAPAN - VC 181819**

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG PASCASARJANA UMM DENGAN  
MODIFIKASI PLAT *HALF SLAB***

**MITHA YULINDA  
10111815000047**

**DOSEN PEMBIMBING :  
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

## **FINAL PROJECT - VC 181819**

*ESTIMATION TIME OF CONSTRUCTION AND COST OF  
DEVELOPMENT UMM POSTGRADUATE BUILDING WITH  
MODIFICATION OF HALF SLAB PLATE*

MITHA YULINDA  
10111815000047

COUNSELLOR LECTURE :  
Ir. Sukobar MT.  
NIP. 19571201 198601 1 002

BACHELOR IN CIVIL ENGINEERING  
*DEPARTMENT OF ENGINEERING INFRASTRUCTURE CIVIL*  
FAKULTY OF VOCATION  
*SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY*  
SURABAYA  
2019



**LEMBAR PENGESAHAN**

**PROPOSAL TUGAS AKHIR**

**“Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan Modifikasi Plat Half Slab”**

Disusun sebagai salah satu syarat kelulusan pada :  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

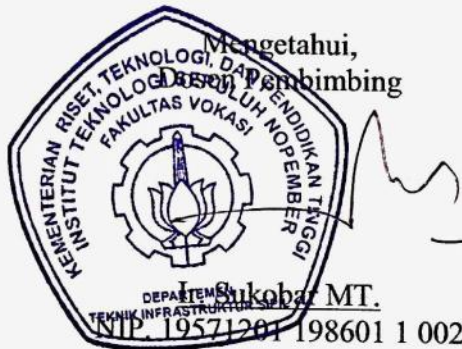
Surabaya, 02 Juli 2019

MAHASISWA



Mitha Yulinda

NRP: 10111815000047




15 JUL 2019

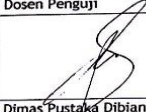
***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

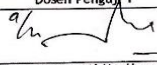
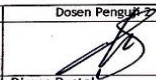



## BERITA ACARA

	<b>BERITA ACARA</b> <b>TUGAS AKHIR TERAPAN</b> PROGRAM SARJANA TERAPAN TEKNIK SIPIL DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL FAKULTAS VOKASI ITS	No. Agenda : 44852/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2019
		Tanggal : 26/06/2019

<b>Judul Tugas Akhir Terapan</b>	Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Pascasarjana UMM Dengan Modifikasi Plat Metode Half Slab		
<b>Nama Mahasiswa</b>	Mitha Yulinda	<b>NRP</b>	1011181500047
<b>Dosen Pembimbing 1</b>	Ir. Sukobar, MT. NIP. 19571201 198601 1 002	<b>Tanda tangan</b>	
<b>Dosen Pembimbing 2</b>		<b>Tanda tangan</b>	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<p style="text-align: center;">→ *</p>	 Dimas Pustaka Dibiantara, ST.MSc NPP. 1086201911091
<p>①. Tambahkan daftar harga upah, material, sewa alat dan alat dasar survey lapangan.</p> <p>②. Ketiadaan biaya → anggaran Terapan (4 mos &amp; lebih ke depan)</p> <p>③. K<sub>2</sub> y / 10 tahun; selain APD / rambu? Sertifikat</p> <p>④. alat untuk survey? harga alat</p> <p>⑤. brand 43 sebagai umur 2019 dari prosentase spesifikasi alat untuk survey, label spesifikasi pd. proyek IT</p> <p>⑥. hal 110 → PBO 1971</p> <p>⑦. hal 113 → koef 0,907 standar (norma)</p> <p>⑧. &lt; lamir → pabr - p x 1,3</p> <p>⑨. Apakah komponen dari kontrol ritak?</p> <p>⑩. Setelah capaian M = 8, 2? pabr? kabr?</p>	Mitha Ir. R.A. Triaswati Moeljono N, M.Kes. NIP. 19580805 198601 2 002
	NIP -
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
			
Ir. R.A. Triaswati Moeljono N, M.Kes. NIP. 19580805 198601 2 002	Dimas Pustaka Dibiantara, ST.MSc NPP. 1086201911091		NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	<b>Dosen Pembimbing 1</b> 	<b>Dosen Pembimbing 2</b>
	Ir. Sukobar, MT.	
	NIP. 19571201 198601 1 002	

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

# LEMBAR ASISTENSI



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 MITHA TULINDA 2  
**NRP** : 1 10111815 000047 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG PASCASARJANA UMM DENGAN MODIFIKASI PLAT HALF SLAB  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Sukobar . . MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	25/02/2019	= Membuat manajemen site, Layout Penempatan alat berat, fabrikasi besi, tempat peletakan plat precast = Membuat metode yang sesuai dengan CPM		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	1/Maret/2019	▷ Masukkan pekerjaan persiapan inti (pemagaran, direksi wit, bouwplank dll) ▷ Sheetpile cuman hitung keliling tias dikalikan sheetpile rencana Pesanan. Setelah disheetpile ada dinding penahan batu kali ▷ Pemotongan Bore pile tidak perlu ▷ Perhitungan boleh di zona, tapi di CPM tidak wajib di zona ▷ Shearwall dan kolom dibarengkan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	15/Maret/2019	▷ Pakai metode kerja yang lebih efisien.		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	24/April/2019	▶ Boleh dicor insitu untuk tipe-tipe plat yang suit (half slab) ▶ Alat biasanya dipakai 2 orang (bar bender (bar cutter))		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



**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. MITHA YULINDA 2  
**NRP** : 1. 10111815000047 2  
**Judul Tugas Akhir** : Perhitungan waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan Modifikasi Plat Half Slab

**Dosen Pembimbing** : Ir. Sukobar .MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
5.	02 - Mei - 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Tidak Perlu Pakai Sheetpile</li> <li>▣ Coba cari referensi pekerjaan pengeboran Bor Pile, atau minta produktivitas ke proyek berapa titik / hari</li> <li>▣ Tidak masalah banyaknya tipe pkl</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6.	16 - Mei - 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>▣ Sambungan Overtopping tidak boleh hanya pakai shearconnector</li> <li>▣ Tulangan overtopping minimal Diameter 10</li> <li>▣ Volume cor tidak usah ditambahi</li> </ul>		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7.	24 - Mei - 2019	<ul style="list-style-type: none"> <li>➢ Durasi bekisting dengan TC boleh diangkat 2 - 3</li> <li>➢ Pembagian panel plat halfslab sudah benar</li> <li>➢ Harga Panel Halfslab harus dihitung juga besi dan betonnya. lalu tenaga pekerjaanya disamakan dengan pekerjaan normal. Atau kalo bisa hasil perhitungannya tulungannya dipesankan di pabrik</li> </ul>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***




**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 MITHA YULINDA 2  
**NRP** : 1 10111815000047 2  
**Judul Tugas Akhir** : PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG PASCASARJANA UMM DENGAN MODIFIKASI PELAT HALFSLAB  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Sukobar, MT

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
B	21-06-2019	⇒ Pengadaan barang harus jauh-jauh hari sebelum pemasangan		
		⇒ Metode pelaksanaan sendiri		B C K
		kalo bisa, tapi boleh pake video contoh pemasangan		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		⇒ Materi PPT kalo bisa <del>menjelajah</del> halfslab		B C K
		⇒ Supaya kurva s dengan barchat smooth hari libur nya dihilangkan.		<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

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



**“PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN  
PEMBANGUNAN GEDUNG PASCASARJANA UMM  
DENGAN MODIFIKASI PLAT HALF SLAB”**

**Mahasiswa** : Mitha Yulinda  
**NRP** : 10111815000047  
**Jurusan** : Lanjut Jenjang Diploma IV  
Departemen Teknik Infrastruktur  
Sipil FV-ITS  
**Dosen Pembimbing** : Ir. Sukobar, M.T.  
**NIP** : 19571201 198601 1 002

**ABSTRAK**

Proyek Pembangunan Gedung Pascasarjana UMM ini sejumlah 10 lantai termasuk 1 lantai basement dengan luas bangunan 4560 m<sup>2</sup> yang berada di Jl. Raya Tlogomas No.246, Malang. Proyek pembangunan ini merupakan proyek dengan menggunakan struktur beton yang dilakukan dengan metode pengecoran di tempat yang terdiri dari beberapa pekerjaan yaitu, pekerjaan persiapan, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan beton mulai dari lantai dasar sampai lantai atap dek beton dan tangga dengan bantuan alat berat.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perubahan metode pelat dari sistem konvensional menjadi precast *Half Slab* pada proyek Pascasarjana UMM dari segi waktu dan biaya. Metode yang dilakukan di proyek tersebut adalah sistem konvensional/cor di lokasi. Pada tugas akhir ini direncanakan alternative berupa precast *Half Slab*. Perencanaan waktu menggunakan sistem penjadwalan *PDM*. Sedangkan untuk perencanaan biaya menggunakan perhitungan analisa dari data lapangan, observasi, maupun AHS Malang 2018 dengan lampiran.

Berdasarkan hasil analisa diperoleh rencana anggaran biaya pelaksanaan untuk struktur beton pada pembangunan Gedung Pascasarjana UMM sebesar Rp 32.746.955.793 dengan waktu pelaksanaan proyek selama 291 hari kerja.

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

**“ESTIMATION TIME OF CONSTRUCTION AND COST  
OF DEVELOPMENT UMM POSTGRADUATE BUILDING  
WITH MODIFICATION OF HALF SLAB PLATE”**

**Student Name : Mitha Yulinda**  
**NRP : 10111815000047**  
**Departement : Lanjut Jenjang Diploma IV Departemen  
Teknik Infrastruktur Sipil FV-ITS**  
**Lecture Adviser : Ir. Sukobar, M.T.**  
**NIP : 19571201 198601 1 002**

**ABSTRACT**

The UMM Postgraduate Building Construction Project consists of 10 floors including 1 basement floor with a building area of 4560 m<sup>2</sup> located on Jl. Raya Tlogomas No.246, Malang. This development project is a project using concrete structures carried out by casting methods in a place that consists of several jobs, namely, preparation work, foundation work, and concrete work starting from the ground floor to the roof of the concrete deck and stairs with the help of heavy equipment.

In this final project, the plate method will be changed from the conventional system to precast Half Slab on the UMM Postgraduate project in terms of time and cost. The method used in the project is a conventional / cast system on site. In this final project, the alternative plan is to form a precast Half Slab. Time planning uses the PDM scheduling system. Whereas for cost planning use the calculation of analysis from field data, observations, and AHS Malang 2018 with attachments.

Based on the analysis results obtained by the implementation of the budget plan for concrete structures in the construction of the

UMM Postgraduate Building in the amount of Rp. 32,746,955,793 with the project implementation time of 291 working days.

***Keywords: budget plan for implementation, analysis, half slab method.***

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kepada Allah SWT karena atas rahmat serta karunianya sehingga proposal tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan Modifikasi Plat Half Slab” dapat terselesaikan dengan tepat waktu. Proposal tugas akhir ini adalah sebagai implementasi dari ilmu yang telah didapat selama perkuliahan di Program Sarjana Terapan, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa proposal tugas akhir tidak akan terlaksana tanpa bantuan dan bimbingan dari beberapa pihak. Pada kesempatan ini kami ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang Tua saya, yang senantiasa mendoakan kesehatan dan kelancaran studi kami.
2. Bapak Dr. Machus, ST., MT. Selaku Ketua Program Studi Diploma Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi, ITS Surabaya.
3. Bapak Ir. Sukobar., MT. Selaku dosen pembimbing dalam penyusunan proposal tugas akhir yang berjudul “Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan Modifikasi Plat Half Slab”
4. Bapak dan Ibu dosen Program Sarjana Terapan yang telah membantu setra membimbing dalam proses perkuliahan selama ini.
5. Bapak dan Ibu karyawan ITS yang telah membantu setra membimbing dalam proses administrasi selama masa perkuliahan.
6. Teman-teman kuliah kami, yang senantiasa memberikan dukungan bagi kami.

Kami selaku penyusun menyadari bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam penyusunan Proposal Tugas Akhir ini dan masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, kami berharap saran dan tanggapan yang membangun untuk kesempurnaan Proposal Tugas Akhir ini. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penyusun pada umumnya dan bagi pembaca pada khususnya.

Surabaya, 29 Juni 2019

Penyusun

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
BERITA ACARA .....	v
LEMBAR ASISTENSI .....	vii
ABSTRAK .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
KATA PENGANTAR.....	xvii
DAFTAR ISI.....	xix
DAFTAR GAMBAR .....	xxiii
DAFTAR TABEL .....	xxv
DAFTAR FLOW CHART .....	xxvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Manfaat.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Uraian Umum .....	5
2.2 Konsep dan Dasar Teori .....	6
2.2.1 Pelat Lantai.....	6
2.2.2 Pelat Konvensional.....	7
2.2.3 Pelat <i>Precast Half Slab</i> .....	7
2.2.4 Perbandingan Sistem Konvensional dengan Pracetak .....	9
2.3 Metode Pelaksanaan.....	12
2.3.1 Pekerjaan Persiapan.....	12
2.3.2 Pekerjaan Tanah dan Pondasi.....	13
2.3.3 Pekerjaan Bekisting .....	21
2.3.4 Pekerjaan Scaffolding.....	24
2.3.5 Pekerjaan Pembesian.....	25
2.3.6 Pekerjaan Pengecoran.....	28
2.3.7 Pekerjaan Pelaksanaan Plat Half Slab .....	30
2.4 Penggunaan Alat Berat .....	49
2.4.1. <i>Hydraulic Rotary Drilling Rig</i> .....	49

2.4.2.	Excavator/Backhoe .....	49
2.4.3.	Dump Truck.....	50
2.4.4.	Tower Crane .....	51
2.4.5.	Bucket Cor.....	53
2.4.6.	Concrete Pump .....	53
2.4.7.	Truck Mixer.....	54
2.4.8.	Bar Bender.....	55
2.5	<i>Network Planning</i> .....	56
2.6	Perhitungan Volume .....	57
2.7	Perhitungan Produktivitas.....	58
2.8	Efisiensi Kerja .....	63
2.9	Perhitungan Durasi Pekerjaan .....	64
2.10	Perhitungan Waktu dan Penjadwalan .....	65
2.11	Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan.....	66
2.11.1.	Biaya Langsung .....	66
2.11.2.	Biaya Tak Langsung .....	68
2.12	<i>Quality Control</i> .....	69
2.12.1.	Beton <i>Ready Mix</i> .....	69
2.12.2.	Besi Tulangan.....	71
2.12.3.	Bekisting.....	71
2.13	Keselamatan dan Kesehatan Kerja .....	72
2.13.1	Umum .....	72
2.13.2	Pekerjaan Pembesian .....	78
2.13.3	Pekerjaan Bekisting .....	79
2.13.4	Pekerjaan Pengecoran.....	80
2.13.5	Pekerjaan Pembongkaran Bekisting .....	81
2.13.6	K3 Tower Crane .....	81
<b>BAB III METODOLOGI .....</b>		<b>83</b>
3.1	Umum .....	83
3.2	Uraian Metodologi.....	83
3.2.1	Pengumpulan Data.....	83
3.2.2	Pengolahan Data.....	83
H.	Perhitungan Biaya Tiap Item Pekerjaan .....	85
3.3	Flow Chart .....	86



BAB IV DATA PROYEK, REKAPITULASI DAN PERENCANAAN .....	89
4.1 Data Umum Proyek .....	89
4.2 Data Fisik Bangunan .....	89
4.2.1 Borepile .....	89
4.2.2 Pilecap .....	90
4.2.3 Sloof .....	90
4.2.4 Kolom .....	91
4.2.5 Balok .....	92
4.2.6 Pelat Precast .....	93
4.3 Rekapitulasi Volume .....	94
4.4 Perencanaan Halfslab .....	118
4.4.1 Data Perencanaan Dimensi Halfslab .....	118
4.4.1 Penumpukan Halfslab .....	119
4.4.2 Pembebanan Pelat Lantai .....	121
4.4.3 Kondisi Saat Pengangkatan .....	123
4.4.4 Kondisi Sebelum Komposit .....	129
4.4.5 Kondisi Setelah Komposit .....	134
BAB V ANALISA WAKTU DAN BIAYA .....	141
5.1. Pekerjaan Persiapan .....	141
5.1.1. Pekerjaan Pemagaran .....	141
5.1.2. Pekerjaan Uitzet dan Bouwplank .....	145
5.2. Pekerjaan Struktur .....	149
5.2.1. Pekerjaan Galian <i>Basement</i> dan Pile Cap .....	149
5.2.2. Galian Sloof .....	153
5.2.3. Pekerjaan Dinding Penahan Tanah Batu Kali ...	155
5.2.4. Pekerjaan Bore Pile .....	157
5.2.5. Urugan Pasir Bawah Pile Cap .....	167
5.2.6. Pekerjaan Pile Cap & Sloof .....	169
5.2.7. Pekerjaan Kolom <i>Basement</i> .....	178
5.2.8. Pekerjaan Balok .....	187
5.2.9. Pekerjaan Tangga .....	194
5.2.10. Pekerjaan Pelat Precast Halfslab .....	200
5.2.11. Pekerjaan Pelat Konvensional .....	201

5.2.12. Pekerjaan Pengecoran Balok , Tangga dan Overtopping Plat.....	207
5.3. Pekerjaan Tower Crane .....	209
5.3.1. Perhitungan Waktu Siklus <i>Tower Crane</i> .....	210
BAB VI PENUTUP.....	213
6.1. Kesimpulan.....	213
6.2. Saran.....	215
DAFTAR PUSTAKA.....	217
BIODATA PENULIS.....	219
LAMPIRAN .....	221

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Gedung Pascasarjana UMM .....	2
Gambar 1. 2 Gedung Pascasarjana UMM .....	2
Gambar 2. 1 Pemasangan Casing Temporary .....	14
Gambar 2. 2 Pengeboran titik bore pile dengan mata bor auger	15
Gambar 2. 3 Pembersihan lubang bor dengan cleaning bucket...	15
Gambar 2. 4 Pengecekan kedalaman lubang dengan meteran....	16
Gambar 2. 5 Penurunan tulangan besi yang sudah difabrikasi kedalam lubang bor .....	17
Gambar 2. 6 Setting pipa tremi persiapan pengecoran.....	17
Gambar 2. 7 Pekerjaan pengecoran .....	18
Gambar 2. 8 Empat Titik Angkat .....	31
Gambar 2. 9 Delapan Titik Angkat .....	32
Gambar 2. 10 Ilustrasi alur pemasangan plat Hal slab .....	47
Gambar 2. 11 Detail sambungan Plat Half Slab.....	48
Gambar 2. 12 Detail tulangan plat Half Slab .....	48
Gambar 2. 13 Hydraulic Rotary Drilling Rig.....	49
Gambar 2. 14 Excavator Komatsu PC200.....	50
Gambar 2. 15 Dump Truck Hino 110 HD.....	51
Gambar 2. 16 Tower Crane .....	52
Gambar 2. 17 Bucket Concrete .....	53
Gambar 2. 18 Concrete Pump Portable .....	54
Gambar 2. 19 Truck mixer .....	55
Gambar 2. 20 Bar bender .....	55
Gambar 2. 21 Network Planning.....	56
Gambar 2. 22 Alur Quality Control.....	69
Gambar 2. 23 Uji diameter fisik dan Uji tarik.....	71
Gambar 2. 24 Perlengkapan APD.....	73
Gambar 2. 25 Arti Warna Pada Rambu.....	74
Gambar 2. 26 Arti Bentuk Pada Rambu.....	74
Gambar 2. 27 Contoh Rambu K3 di Lapangan .....	75
Gambar 4. 1 Ilustrasi Penumpukan .....	119
Gambar 4. 2 Sketsa Penulangan Pelat Arah X Saat Pengangkatan .....	123

Gambar 4. 3 Diagram Tegangan Pelat Arah X Saat Pengangkatan .....	124
Gambar 4. 4 Sketsa Pengangkatan Pelat Lantai .....	127
Gambar 4. 5 Sketsa Penulangan Pelat Sebelum Komposit.....	129
Gambar 4. 6 Perletakan Pembebanan .....	129
Gambar 4. 7 Sketsa Penulangan Pelat Setelah Komposit.....	134

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Rasio Penulangan Plat .....	8
Tabel 2. 2 Komparasi sistem konvensional dengan sistem pracetak. .....	9
Tabel 2. 3 Faktor Bucket .....	19
Tabel 2. 4 Effisiensi Kerja.....	20
Tabel 2. 5 Waktu Galian.....	20
Tabel 2. 6 Waktu Putar dan Buang Excavator .....	21
Tabel 2. 7 Data keperluan kayu untuk cetakan beton seluas 10 m <sup>2</sup> .....	22
Tabel 2. 8 Daftar waktu kerja tiap luas cetakan 10 m <sup>2</sup> .....	23
Tabel 2. 9 Daftar waktu untuk membuat 100 buah bengkokan dan kaitan tulangan .....	27
Tabel 2. 10 Daftar waktu yang dibutuhkan buruh memasang 100 buah batang tulangan.....	27
Tabel 2. 11 Daftar besi beton, ukurannya dalam mm yang terdapat dalam perdagangan.....	28
Tabel 2. 12 Data keperluan buruh untuk mencampur, menaruh di dalam cetakan dan memeliharanya sesudah ditaruh dicetakan (curing).....	30
Tabel 2. 13 Angka Pengali Beban Stastis Ekivalen untuk menghitung gaya pengangkatan dan gaya dinamis .....	43
Tabel 2. 14 Spesifikasi Tower Crane .....	52
Tabel 2. 15 Waktu Siklus Backhoe beroda crawler (menit).....	59
Tabel 2. 16 Faktor Koreksi (S) untuk kedalaman dan sudut putar .....	59
Tabel 2. 17 Faktor Koreksi (BFF) untuk alat gali .....	59
Tabel 2. 18 Faktor Pemuatan Bucket (Bucket fill factor, BFF) ..	60
Tabel 2. 19 Waktu Muat ( menit) .....	60
Tabel 2. 20 Waktu Buang (menit) .....	61
Tabel 2. 21 Faktor Penambahan dan Pengurangan untuk CT (menit) .....	61
Tabel 2. 22 Kapasitas Bucket.....	62

Tabel 2. 23 Faktor Kondisi Kerja dan Management/Tata Laksana .....	63
Tabel 2. 24 Faktor Keterampilan Operator.....	63
Tabel 2. 25 Waktu Kerja Efektif .....	64
Tabel 2. 26 Keadaan Cuaca .....	64
Tabel 4. 1 Jumlah Pondasi Borepile .....	89
Tabel 4. 2 Jumlah Pilecap.....	90
Tabel 4. 3 Jumlah Sloof.....	90
Tabel 4. 4 Jumlah Kolom .....	91
Tabel 4. 5 Jumlah Balok.....	92
Tabel 4. 6 Jumlah Precast.....	93
Tabel 4. 7 Rekapitulasi Volume Pekerjaan .....	94
Tabel 4. 8 Rekapitulasi sistem plat.....	118
Tabel 4. 9 Rekapitulasi Penulangan One Way .....	139
Tabel 5. 1 Simulasi Kombinasi Excavator dan Dump Truck ....	151
Tabel 5. 2 Spesifikasi Tower Crane.....	210
Tabel 6. 1 Rekapitulasi Biaya Pekerjaan.....	213

## DAFTAR FLOW CHART

Flow Chart 3.1 Flowchart Metodologi Penyusunan Tugas Akhir.....	86
---	----

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pembangunan dalam bidang konstruksi di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami peningkatan dan semakin berkembang. Baik dari segi desain maupun dari segi metode atau sistem konstruksi yang digunakan. Oleh sebab itu dibutuhkan banyak penelitian mengenai bagaimana mewujudkan bangunan dengan material yang ekonomis, namun pada pelaksanaannya efektif dan efisien.

Dalam pelaksanaannya ada beberapa metode yang dipakai dalam sebuah proyek. Antara lain adalah metode pengecoran konvensional dan metode precast. Pengertian dari *konvensional* adalah metode pengecoran beton yang langsung dicor pada lokasi elemen struktur yang direncanakan. Sedangkan beton *Precast* atau beton pracetak adalah elemen struktur beton yang dicor dan dirawat (*curing*) di lokasi lain misalnya workshop atau pabrik, bukan di tempat elemen struktur beton itu akan dipasang.

Menurut Afandi (2004) terdapat beberapa perbedaan antara sistem konvensional dengan pracetak. Kekurangan pada sistem pengecoran konvensional antara lain adalah membutuhkan waktu pelaksanaan konstruksi yang 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, tergantung pada cuaca, sangat tergantung keahlian pelaksana. Adapun kelebihan dari sistem presact atau pracetak dibandingkan dengan konvensional adalah lebih ekonomis dalam penggunaan bekisting, mutu lebih terjamin karena dikerjakan di pabrik dengan pengawasan yang baik, tidak terlalu terpengaruh kondisi cuaca, produktivitas lebih tinggi.



**Gambar 1. 1** Peta Lokasi Gedung Pascasarjana UMM  
(Sumber : <https://www.google.co.id/maps/place/> )



**Gambar 1. 2** Gedung Pascasarjana UMM  
(Sumber : Data Proyek )

Dalam proposal Tugas Akhir ini akan membahas mengenai Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan Modifikasi Plat *Half Slab* yang merupakan bangunan gedung perkuliahan pascasarjana. Penulis memilih jenis *precast Half Slab* karena mempertimbangkan kemampuan tower crane untuk mengangkat plat precast, serta pada *plat half slab* diberi *overtopping* agar berubah menjadi monolid. Lokasi proyek terletak di Jl. Raya Tlogomas No.246, Malang. Perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pekerjaan yang ditinjau meliputi pekerjaan struktur pondasi, pekerjaan struktur lantai basement hingga pekerjaan struktur lantai 9. Perhitungan jadwal ditunjukkan dengan menggunakan Kurva S dan *Network Planning*, *Networking Planning* digunakan untuk mengetahui kegiatan kritis yang membutuhkan pengawasan ketat agar dalam pelaksanaannya tidak mengalami keterlambatan. Selain itu fungsi *Network Planning* sendiri adalah untuk melakukan pengecekan kembali jadwal proyek agar penggunaan sumber dayanya lebih efektif dan efisien. Metode *Network Planning* yang digunakan adalah *Precedence Diagram Method* (PDM). Dan untuk biaya pelaksanaan pekerjaan digunakan perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan (RAP).

### **1.2 Rumusan Masalah**

1. Bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan struktur pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan metode plat *half slab* ?
2. Bagaimana perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan metode plat *half slab* ?
3. Bagaimana perhitungan biaya pelaksanaan pekerjaan struktur pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan metode plat *half slab*?

### **1.3 Batasan Masalah**

1. Perhitungan waktu pelaksanaan pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan metode pelat *half slab* pada pekerjaan struktur bawah dan struktur atas.

2. Perhitungan biaya pelaksanaan pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan metode pelat *half slab* pada pekerjaan struktur bawah dan struktur atas.
3. Tidak menghitung struktur keseluruhan bangunan gedung, hanya menghitung kapasitas momen plat konvensional dan plat *half slab*.
4. Hanya menjelaskan perlengkapan K3 yang diperlukan, tidak menghitung biaya K3.
5. Tanah proyek diasumsikan kering sehingga tidak memerlukan data bor log untuk pekerjaan galian.

#### **1.4 Tujuan**

1. Mengetahui bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan struktur pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan metode plat *half slab*
2. Mengetahui waktu pelaksanaan pekerjaan struktur pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan metode plat *half slab*.
3. Mengetahui biaya langsung pelaksanaan pekerjaan struktur pembangunan Gedung Pascasarjana UMM dengan metode plat *half slab*, serta biaya tak langsung sebesar maksimal 15% dari biaya langsung.

#### **1.5 Manfaat**

Pembaca dapat mengetahui langkah-langkah metode pelaksanaan pembangunan struktur Gedung Pascasarjana UMM dengan metode plat *half slab*. Serta sebagai acuan dalam mengembangkan ilmu pengetahuan khususnya ilmu manajemen proyek dan dapat digunakan sebagai bahan kajian untuk penelitian yang akan datang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Uraian Umum**

Menurut Ervianto (2006), precast dapat diartikan sebagai suatu proses produksi elemen struktur bangunan pada suatu tempat/lokasi yang berbeda dengan tempat/lokasi dimana elemen struktur tersebut akan digunakan. Jenis-jenis plat *precast* adalah :

1. Solid Flat Slab atau *precast* Full Slab yaitu plat *precast* dengan ketebalan penuh sesuai dengan tebal plat yang ditentukan.
2. Hollow Core Slab yaitu sama dengan plat *precast* Full Slab. Yang membedakan terdapat lubang rongga pada sisinya yang berfungsi untuk meringankan beban struktur.
3. Half Slab yaitu plat *precast* yang masih membutuhkan pengecoran lagi (*overtopping*). Misalnya direncanakan plat lantai dengan ketebalan 12 cm, maka digunakan plat *precast* dengan ketebalan 7 cm dan pengecoran *overtopping* setebal 5 cm.

Adapun keunggulan dan kelemahan beton precast:

- A. Keunggulan pemakaian beton *precast*
  1. Kualitas beton yang lebih baik. Beton *precast* mempunyai mutu yang lebih baik karena proses produksinya dilaksanakan dengan mesin dan pengawasan yang lebih cermat.
  2. Pelaksanaan konstruksi relative tidak terpengaruh cuaca. Beton *precast* diproduksi dalam lingkungan pabrik yang terlindung dari pengaruh panas matahari maupun hujan sehingga dalam cuaca yang bagaimanapun, proses produksi tetap berlangsung.
  3. Menghemat pemakaian bekisting.
- B. Kelemahan pemakaian beton precast :
  1. Transportasi  
Proses pemindahan hasil produksi beton *precast* dari pabrik ke lokasi proyek. Proses transportasi *precast*

dari pabrik ke lokasi, yang harus dipertimbangkan adalah dimensi dan berat *precast*. Karena sangat berpengaruh terhadap kemampuan alat angkutnya dan transportasinya.

2. Tahap Pengangkatan

Proses penyatuan komponen bangunan yang berupa beton *precast* untuk menjadi bagian dari bangunan tersebut. Karena tahap ini dibutuhkan alat bantu seperti crane.

3. Tahap Penyambungan

Diperlukan perencanaan yang detail pada bagian sambungan.

## 2.2 Konsep dan Dasar Teori

Konsep dan dasar teori dari penyusunan tugas akhir ini meliputi penggunaan pelat lantai sistem pracetak

### 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 dua metode yang akan dibahas pada kasus ini, yaitu metode pelat lantai *half slab* pracetak.

### 2.2.2 Pelat Konvensional

Menurut Ervianto (2006), sistem konvensional adalah sistem pengecoran yang dilakukan ditempat proyek. Adapun kelebihan dari penggunaan sitem konvensional adalah :

- a. Biaya pelaksanaan lebih murah.
- b. Penggunaan alat berat relatif sedikit.

Kekurangan dari penggunaan sitem konvensional adalah :

- a. Membutuhkan tenaga kerja yang banyak.
- b. Waktu pelaksanaan lebih lama.
- c. Membutuhkan material lebih banyak.
- d. Mutu pekerjaan tidak sebaik pracetak.

Metode konvensional yang digunakan salah satunya yaitu struktur pelat lantai yang dikerjakan ditempat pengecoran langsung yang mencakup keseluruhan dengan menggunakan *plywood* sebagai bekisting dan *scaffolding* sebagai perancah. Namun metode ini terbilang kuno dan paling banyak digunakan namun dapat memakan biaya yang cukup tinggi dan waktu yang lama.

### 2.2.3 Pelat *Precast Half Slab*

Menurut Ervianto (2006) pracetak adalah teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen-komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off site fabrication*). komponen-komponen tersebut disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*), dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*).

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, plat lantai harus sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku. 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. Tahapan yang akan digunakan untuk menentukan penulangan lentur pelat antara lain :

- a. Menentukan data data  $d$ ,  $F_y$ ,  $F'_c$  dan  $\mu$
- b. Menentukan batasan rasio tulangan dan menghitung rasio tulangan yang disyaratkan sebagai berikut :

**Tabel 2. 1** Rasio Penulangan Plat

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

(Sumber : SNI 2847-2013)



Berdasarkan *SNI 03-2847-2013 pasal 10.5 (3)* Jika perlu  $\rho$  perlu maka  $\rho$  perlu dinaikkan 30%, sehingga:

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

- c. Menentukan Luas Tulangan ( $A_s$ ) dari  $\rho$  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

$\beta$  = faktor yang didefinisikan dalam SNI 03=2847-2013 sebesar 0,85

$\rho$  perlu = rasio tulangan yang diperlukan

$\rho_{max}$  = rasio tulangan yang maksimal

$\rho_{min}$  = rasio tulangan yang minimum

## 2.2.4 Perbandingan Sistem Konvensional dengan Pracetak

**Tabel 2. 2** Komparasi sistem konvensional dengan sistem pracetak.

Deskripsi	Konvensional	Pracetak
Perencanaan		
Kompleksitas	Lebih sederhana	Memerlukan pemikiran yang lebih luas, menyangkut sistem produksi, transportasi, <i>erection</i> , dan <i>connection</i> .
Bentuk dan Ukuran Gedung		

Bentuk bangunan	Efisien untuk bentuk yang tidak teratur.	Efisien untuk bentuk yang teratur atau tipikal.
Volume dan sifat pekerjaan	Kecil, tidak berulang	Lebih besar dari titik impas berulang (repentif)
Pelaksanaan		
Waktu	Lebih lama	Lebih cepat $\pm 25\%$ , karena dapat dilaksanakan secara paralel.
Biaya	Lebih murah jika : bentuk bangunan tidak teratur, volume kecil dan tidak repentif.	Lebih murah jika : bentuk bangunan teratur (maksimum 6 tipe komponen), volume pekerjaan $\geq 2200 \text{ m}^2$
Teknologi	Sederhana	Keahlian khusus
Tenaga kerja	Lebih banyak	Lebih sedikit (lebih dari 10%) karena sebagian pekerjaan dilaksanakan di pabrik.
Koordinasi pelaksanaan	Lebih kompleks karena jumlah item pekerjaan lebih banyak	Lebih sederhana, sebagian pekerjaan dilakukan di pabrik dengan pengendalian mutu yang konsisten.
Pengawasan dan engendalian	Karena cor insitu maka perlu dilakukan pengendalian mutu	Proses pengendalian mutu sudah dilakukan di pabrik.
Sarana kerja	Jumlah dan komposisi lebih banyak	Jumlah dan komposisi lebih sedikit

Kondisi lapangan	Memerlukan ruang kerja lebih luas untuk bekerja dan penumpukan material.	Relatif lebih kecil karena produksi dilakukan di pabrik.
Kondisi cuaca	Pengaruh cuaca terhadap pelaksanaan dilapangan besar.	Relatif lebih kecil karena produksi komponen di pabrik.
Pekerjaan finishing	Harus menunggu proses pelaksanaan selesai	Dapat dilaksanakan di pabrik
Hasil pekerjaan		
Ketepatan dimensi	Hasil kerja sangat dipengaruhi oleh skill pekerja	Sistem dan metode produksi dibuat sedemikian rupa sehingga ketepatan dimensi tidak tergantung skill pekerja
Mutu	Tergantung pekerja dan pengawas	Sudah terjamin
Finishing	Sangat bervariasi (tergantung skill peerja); memerlukan penyempurnaan; resiko biaya terduga tinggi	Variasi lebih sedikit, resiko biaya tak terduga relatif mudah dikendalikan.

(Sumber : Studi implementasi Teknologi Beton Pracetak Bagi Bangunan Gedung, Ir. Wulfram I. Ervianto M.T )

## 2.3 Metode Pelaksanaan

### 2.3.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan meliputi pekerjaan pembersihan lahan, pemagaran lokasi proyek, pekerjaan uitzet dan pekerjaan bouwplank.

#### A. Pekerjaan pembersihan lahan

Pada awal proyek yang pertama dilakukan yaitu pembersihan lahan. Pembersihan lahan dilakukan untuk membersihkan area proyek dari rerumputan, pepohonan, dan hal-hal lainnya yang dapat mengganggu pelaksanaan proyek. Perhitungan volume pembersihan lahan sebagai berikut :

$$\text{Luas lahan} = \text{panjang (m)} \times \text{lebar (m)}$$

$$\text{Keliling lahan} = 2 \times [\text{panjang (m)} + \text{lebar (m)}]$$

#### B. Pekerjaan pemagaran lokasi proyek

Pemagaran lokasi proyek dilakukan agar saat pelaksanaan proyek tidak terganggu dengan kegiatan-kegiatan disekitar proyek. Perhitungan volume kebutuhan tiang dan seng untuk pekerjaan pemagaran yaitu sebagai berikut :

- Volume tiang vertikal :  

$$= \text{Luas permukaan tiang (m}^2\text{)} \times \text{tinggi (m)} \\ \times \text{jumlah tiang}$$
- Volume tiang horizontal :  

$$= \text{Luas permukaan tiang (m}^2\text{)} \times \text{tinggi (m)} \\ \times \text{jumlah tiang}$$
- Volume seng :  

$$= \frac{\text{Luas pagar (m}^2\text{)}}{\text{Panjang seng (m)} \times \text{Lebar seng (m)}}$$

#### C. Pekerjaan uitzet

Setelah dilakukan pembersihan lahan serta pemagaran lokasi proyek maka pekerjaan selanjutnya yaitu pekerjaan uitzet atau pengukuran. Pengukuran diperlukan untuk penentuan titik-titik as suatu

bangunan ataupun batas suatu lahan. Pekerjaan ini menggunakan alat ukur seperti *waterpass*, *theodolith*, *total station* dan alat bantu lainnya. Perhitungan volume pekerjaan pengukuran yaitu sebagai berikut:

- Lahan

$$Luas = panjang (m) \times lebar (m)$$

$$Keliling = 2 \times [panjang (m) + lebar (m)]$$

- Bangunan

$$Luas = panjang (m) \times lebar (m)$$

$$Keliling = 2 \times [panjang (m) + lebar (m)]$$

#### **D. Pekerjaan bouwplank**

Setelah dilakukan pengukuran, dilakukan pekerjaan pemasangan bouwplank atau papan bangunan yaitu papan yang dipasang diluar yang berfungsi sebagai patok as bangunan yang akan dikerjakan. Bouwplank merupakan papan bangunan yang berfungsi untuk membuat titik-titik as bangunan dengan gambar denah bangunan yang diperlukan untuk penentuan titik pemancangan dan juga sebagai dasar ukuran level/tinggi bangunan. Bouwplank terbuat dari papan-papan kayu dan tiang kayu.

Berikut ini adalah perhitungan volume untuk pekerjaan bouwplank:

- Volume Kayu Meranti Bekisting :

$$\frac{Keliling lahan (m)}{Jarak antar tiang (m)}$$

- Volume Kayu Meranti Usuk :

$$\frac{Keliling lahan (m)}{Tinggi tiang(m)}$$

### **2.3.2 Pekerjaan Tanah dan Pondasi**

#### **A. Pekerjaan Pondasi Bored Pile**

Pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan pada kedalaman lebih dari 3 m dari permukaan tanah dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah. Pondasi

dalam biasanya digunakan pada konstruksi gedung bertingkat. Pondasi bore pile merupakan salah satu jenis pondasi dalam. Berikut adalah tahap-tahap pekerjaan pemancangan antara lain:

a. *Marking* dan *setting out* posisi pile

Sebelum memulai pengeboran, kontraktor harus mengajukan aproval shop drawing terlebih dahulu untuk mendapat persetujuan oleh direksi pekerjaan. Proses aproval shop drawing ini bertujuan untuk memastikan agar jangan sampai terjadi kesalahan pada denah posisi titik-titik bore pile yang akan dibor. Setelah aproval shop drawing mendapat persetujuan oleh direksi pekerjaan maka surveyor melakukan pengukuran, marking dan setting out titik pile yang akan dibor.

b. Pemasangan *casing temporary*

Setelah pekerjaan marking dan setting out titik bore selesai dilakukan oleh surveyor lalu dilanjutkan dengan pekerjaan pemasangan casing temporary. Pemasangan casing temporary ini bertujuan agar pada saat pekerjaan pengeboran dilakukan jangan sampai terjadi keruntuhan pada permukaan tanah yang akan dibor tersebut.



**Gambar 2. 1** Pemasangan *Casing Temporary*  
(Sumber: <http://duniatekniksipil76.blogspot.com> )

c. *Boring Operation* / Pekerjaan pengeboran

Sebelum memulai pekerjaan pengeboran , alat bor disetting pada titik bore pile yg sudah di marking dan dipasang casing temporary tersebut. Pengeboran dilakukan dengan menggunakan auger, diameter auger dan panjang kedalaman titik pile disesuaikan dengan gambar rencana atau shop drawing.



**Gambar 2. 2** Pengeboran titik bore pile dengan mata bor auger  
(Sumber: <http://duniatekniksipil76.blogspot.com> )

d. *Cleaning*

Setelah mencapai kedalaman design toe level ,alat bor auger diganti alat bor dengan dasar yang flat (Cleaning Bucket). Cleaning bucket berfungsi untuk membersihkan dasar lubang bor.



**Gambar 2. 3** Pembersihan lubang bor dengan *cleaning bucket*

(Sumber: <http://duniatekniksipil76.blogspot.com> )

- e. *Measuring tape* / Pengecekan kedalaman dasar pengeboran

Pengukuran kedalaman lubang Bor dilakukan dengan menurunkan measuring tape sampai ke dasar lubang bor. Di ujung measuring tape di pasang plum dengan berat yang cukup agar memastikan measuring tape sampai ke dasar bore hole.



**Gambar 2. 4** Pengecekan kedalaman lubang dengan meteran  
(Sumber: <http://duniatekniksipil76.blogspot.com> )

- f. *Reinforcement Steel Cage*

Steel Cage (tulangan besi) di pabrikan di lokasi proyek. Steel cage yang sudah di pabrikan kemudian di turunkan ke lubang bor yang sudah selesai di bor sampai kedalaman desain toe level. Steel cage disambung dengan alat las.





**Gambar 2. 5** Penurunan tulangan besi yang sudah difabrikasi kedalam lubang bor  
(Sumber: <http://duniatekniksipil76.blogspot.com> )

g. *Setting tremi pipe*

Setelah tulangan besi (steel cage) diturunkan ke dasar lubang ,lalu dilanjutkan dengan setting pipa tremi untuk persiapan pekerjaan pengecoran.Pemasangan pipa tremi ini bertujuan agar di saat pengecoran beton segar tidak bercampur dengan tanah.



**Gambar 2. 6** Setting pipa tremi persiapan pengecoran  
(Sumber: <http://duniatekniksipil76.blogspot.com> )

h. *Casting / pengecoran*

Metode casting / pengecoran adalah dengan menggunakan pipa tremi. Ready mix dituang melalui bucket yang berbentuk pipa corong.

Panjang pipa tremi disesuaikan dengan kedalaman dasar lubang bor. Sebelum ready mix dituang terlebih dahulu air di tuang ke dalam corong untuk melancarkan aliran ready mix dalam pipa tremi. Casting akan dihentikan jika concrete sudah 1 m diatas cut off level. Selama pengecoran pipa tremi akan dipotong secara bertahap, tetapi tetap di jaga agar pipa tremi minimal 2 m tertanam di bawah concrete level.



**Gambar 2. 7** Pekerjaan pengecoran  
(Sumber: <http://duniatekniksipil76.blogspot.com> )

Adapun cara menghitung volume beton bored pile yaitu sebagai berikut :

$$Volume = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \times T \times \text{Jumlah Titik}$$

Keterangan :

D = Diameter Bored Pile (m)

T = Tinggi (m)

## **B. Pekerjaan Galian Tanah**

Pekerjaan galian umumnya dilakukan untuk membuat saluran-saluran. Pilecap, dan pekerjaan struktur bawah lainnya. Pekerjaan galian dikerjakan setelah pemancangan selesai. Gunanya untuk melakukan pemotongan tiang pancang dan mengerjakan pekerjaan struktur di atasnya. Tahapan kerja ini menggunakan alat

berat ekskavator karena volume galian yang cukup besar. Pekerjaan galian ini terbagi menjadi beberapa bagian, yaitu galian pile cap, galian pit lift, galian tie beam, galian plat lantai dasar. Cara menghitung volume galian biasanya memanfaatkan luasan tapesium. Perhitungan volume galian ini dilakukan pada struktur pilecap dan sloof.

*Volume galian*

= *panjang (m) x lebar (m) x kedalaman (m)*

Durasi penggalian dapat dihitung dengan memperhatikan tabel berikut :

- Data kapasitas rata-rata dari alat-alat berat penggali

**Tabel 2. 3** Faktor Bucket

<b>Factor Bucket</b>		
Kondisi Permuatan		Faktor
Ringan	Menggali dan memuat dari stockpile atau material yang telah dikeruk oleh ekskavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam bucket. Pasir, tanah berpassir, tanah koloidal dengan kadar air sedang.	1,0 - 0,8
Sedang	Menggali dan memuat stockpile lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat. Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran dll.	0,8 -0,6
Agak Sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah,pasir campuran yang telah ada di stockpile oleh escavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut	0,6 - 0,5
Sulit		0,5 - 0,4

	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantaranya , yang sulit untuk dikeruk dengan bucket.	
--	--	--

(Sumber: Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat Ir. Rochmanhadi)

- Pekerjaan mengangkut tanah galian ke tempat penimbunan sementara

**Tabel 2. 4** Effisiensi Kerja

<b>Effisiensi Kerja</b>					
<b>Pemeliharaan Mesin</b>					
Kondisi Operasi Alat	Baik Sekali	Baik	Normal	Buruk	Buruk Sekali
Baik Sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,6
Normal	0,72	0,69	0,65	0,6	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,5	0,47	0,42	0,32

(Sumber: Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat Ir. Rochmanhadi)

**Tabel 2. 5** Waktu Galian

<b>Waktu Gali (detik)</b>				
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

(Sumber: Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat Ir. Rochmanhadi)

**Tabel 2. 6 Waktu Putar dan Buang Excavator**

Waktu Putar (detik)		Waktu Buang (detik)	
Sudut Putar	Waktu	Kondisi Pembuangan	Waktu
45°-90°	4 - 7	Ke Dumptruck	5 - 8
90°-180°	5 - 8	Ke tempat Pembuangan	3 - 6

(Sumber: Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat-Alat Berat Ir. Rochmanhadi)

### 2.3.3 Pekerjaan Bekisting

Selanjutnya dimulai dengan pemasangan bekisting batako untuk pekerjaan pile cap, bekisting kayu untuk pekerjaan selain pile cap berukuran sesuai dengan rencana. Dengan bantuan tower crane, batako dan kayu bekisting diangkat ke area yang akan dikerjakan. Pemasangan bekisting dilakukan disekeliling daerah pilecap dan sloof. Penggunaan bekisting batako untuk pekerjaan pilecap ini dipilih karena batako cukup kuat untuk menahan beban sebagai bekisting serta cukup murah untuk pada akhirnya ditimbun bersama saat pengecoran. Pekerjaan bekisting meliputi antara lain:

- Bekisting pilecap
- Bekisting sloof
- Bekisting kolom
- Bekisting balok
- Bekisting plat lantai
- Bekisting tangga

Perhitungan-perhitungan yang digunakan dalam perhitungan luas bekisting :

- ❖ Volume bekisting  

$$Luas = Panjang (m) \times Lebar (m)$$
  - ❖ Kebutuhan kayu  

$$= \frac{Luas}{10 m^2} \times keperluan\ kayu$$
  - ❖ Kebutuhan paku  

$$= \frac{Luas}{10 m^2} \times keperluan\ paku$$
  - ❖ Kebutuhan oli  
 Sedangkan keperluan oli/minyak bekisting untuk cetak beton 2 – 3,75 liter tiap 10 m<sup>2</sup> bidang bekisting, sehingga :  

$$= \frac{Luas}{10 m^2} \times keperluan\ oli$$
  - ❖ Durasi fabrikasi  

$$= \frac{Luas\ bekisting}{10 m^2} \times kapasitas\ produksi$$
  - ❖ Durasi pemasangan  

$$= \frac{Luas\ bekisting}{10 m^2} \times kapasitas\ produksi$$
  - ❖ Durasi membuka  

$$= \frac{Luas\ bekisting}{10 m^2} \times kapasitas\ produksi$$
  - ❖ Durasi reparasi  

$$= \frac{Luas\ bekisting}{10 m^2} \times kapasitas\ produksi$$
- Kayu-kayu cetakan ini dapat digunakan kembali sebanyak 50% hingga 80%.

**Tabel 2. 7** Data keperluan kayu untuk cetakan beton seluas 10 m<sup>2</sup>

Jenis Cetakan	Kayu	Paku, Baut-Baut, dan Kawat (kg)
Pondasi/Pangkal Jembatan	0,46 – 0,81	2,73 – 5,00
Dinding	0,46 – 0,62	2,73 – 4,00

Lantai	0,41 – 0,64	2,73 – 4,00
Atap	0,46 – 0,69	2,73 – 4,55
Tiang-tiang	0,44 – 0,74	2,73 – 5,00
Kepala tiang	0,46 – 0,92	2,73 – 5,45
Balok - balok	0,69 – 1,61	3,64 – 7,27
Tangga	0,69 – 1,38	3,64 – 6,36
Sudut-sudut tiang/balok berukir *	0,46 – 1,84	2,73 – 6,82
Ambang jendela atau lintel *	0,58 – 1,84	3,18 – 6,36

\*= Tiap panjang 30 m

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

**Tabel 2. 8** Daftar waktu kerja tiap luas cetakan 10 m<sup>2</sup>

Jenis Cetakan Kayu	Jam Kerja tiap Luas Cetakan 10 m <sup>2</sup>			
	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	

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

### 2.3.4 Pekerjaan Scaffolding

Metode pelaksanaan scaffolding yaitu :

1. Tentukan letak dari scaffolding atau atur jarak scaffolding misalnya as balok pada pekerjaan bekisting balok.
2. Pasang base plat atau jack base pada landasan yang stabil.
3. Pasang kerangka (frame).
4. Berikutnya pasang cross brace pada dua sisi supaya elemen perancah bisa berdiri dengan baik.
5. Jika selesai atau pemasangan perancah dianggap cukup maka pasang shoring head ( U head ) jika ketinggian perancah dianggap cukup, artinya ketinggian dapat dilakukan dengan mengatur jack dan u-head. namun jika belum cukup maka pasang frame vertikal berikutnya.
6. Langkah akhir aturlah ketinggian perancah pada bekisting yang diinginkan.

Pekerjaan scaffolding meliputi antara lain ;

- Scaffolding Balok



- Scaffolding Plat Lantai
- Scaffolding Tangga

Adapun cara untuk menghitung kebutuhan scaffolding :

$$= \frac{\text{Volume Ruang} (m^3)}{3,6 m^3 (\text{Volume scaffolding})}$$

Keterangan :

$\text{Volume Ruang} (m^3) =$

$\text{Panjang} (m) \times \text{Lebar} (m) \times \text{Tinggi} (m)$

$\text{Volume Scaffolding} (m^3) = 3,6 (m^3)$

### 2.3.5 Pekerjaan Pemesian

Sebelum dilakukan pemasangan tulangan, tulangan dipabrikasi terlebih dahulu di area sekitar proyek oleh para pekerja dengan bantuan bar bender dan bar cutter. Untuk tulangan pilecap dirangkai terlebih dahulu sesuai dengan gambar rencana. Sedangkan untuk tulangan lain dipotong sepanjang dimensinya per lantai bangunan ditambah dengan panjang penyaluran tulangan untuk keperluan penyambungan tulangan. Pembengkokan tulangan dilakukan sesuai dengan ketentuan gambar pendetailan tulangan. Setelah tulangan pilecap, sloof, kolom, balok yang telah jadi kemudian dilanjutkan dengan pengangkatan tulangan menggunakan alat angkut tower crane dan diletakkan pada titik pekerjaan sesuai gambar rencana. Pengangkatan tulangan dilakukan per segmen untuk memudahkan pekerjaan.

Dan untuk pekerjaan sloof, kolom, balok dirangkai langsung dititik penempatan, tulangan digelar menerus dan apabila terdapat sambungan, maka sambungan antar tulangan harus ditempatkan sedemikian rupa pada daerah yang momennya nol atau pada daerah tumpuan. Pemasangan tulangan pilecap diletakkan dengan tulangan sisa pondasi tiang pancang yang telah dihancurkan betonnya dengan menggunakan kawat bendrat sehingga tulangan pile cap tampak benar-benar kuat dan kokoh.

Pekerjaan pembesian atau biasa yang disebut dengan pekerjaan penulangan berfungsi untuk menahan gaya tarik yang terjadi pada beton. Perhitungan pekerjaan pembesian dalam suatu pekerjaan pembetonan didasarkan pada berat tulangan tersebut dalam satuan kilogram ataupun ton. Dari diameter tulangan yang dipakai cari berat per kg lalu dikali dengan panjang penampang, dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Volume} = \text{Berat Tulangan} \left( \frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) \times \text{Panjang Penampang (m)}$$

Agar mempermudah berjalannya pekerjaan pembesian dalam pelaksanaan proyek terkadang membuat daftar tabel mengenai pembengkokan tulangan, panjang pengait, dan bistat-bistat tulangan yang dibutuhkan. Tujuannya adalah mengefisienkan sisa potongan dari tulangan untuk kebutuhan yang lain, dengan kata lain meminimalisir nilai penyusutan dari bahan material. Pekerjaan pembesian meliputi antara lain:

- ❖ Penulangan pilecap
- ❖ Penulangan sloof
- ❖ Penulangan kolom
- ❖ Penulangan balok
- ❖ Penulangan plat lantai
- ❖ Penulangan tangga

Perhitungan durasi pembesian :

- Durasi pemotongan:

$$\text{Durasi pemotongan} : \frac{\text{Jumlah tulangan}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

Jumlah tulangan adalah total tulangan yang dihitung tiap elemen.

- Durasi pembengkokan dan mengkaitkan :

$$\text{Durasi pembengkokan} : \frac{\text{Jumlah bengkokan}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

Jumlah bengkok adalah total bengkokan pada elemen struktur.

$$\text{Durasi mengkaitkan} : \frac{\text{Jumlah kaitan}}{\text{Kapasitas produksi}}$$

Jumlah kaitan adalah total kaitan pada tiap elemen struktur.

**Tabel 2. 9** Daftar waktu untuk membuat 100 buah bengkakan dan kaitan tulangan

Ukuran Besi Beton Ø	Dengan Tangan		Dengan Mesin	
	Bengkakan (jam)	Kait (jam)	Bengkakan (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)

**Tabel 2. 10** Daftar waktu yang dibutuhkan buruh memasang 100 buah batang tulangan

Ukuran Besi Beton Ø	Panjang Batang Tulangan (m)		
	Di bawah 3m	(3 - 6)m	(6 - 9)m
	(jam)	(jam)	(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)

**Tabel 2. 11** Daftar besi beton, ukurannya dalam mm yang terdapat dalam perdagangan

Diameter mm	Berat kg/m	Luas potongan cm <sup>2</sup>
6	0,222	0,28
8	0,395	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 karya Ir. A. Soedradjat)

### 2.3.6 Pekerjaan Pengecoran

Sebelum dilakukan pengecoran, dilakukan pengecekan tulangan dan keadaan bekisting yang sudah siap serta dilakukan uji slump agar sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan.

Setelah nilai slump memenuhi syarat, beton ready mix dari truck mixer siap dituangkan kedalam concrete bucket, lalu concrete bucket disambung dengan pipa tremi sepanjang yang diinginkan dan kemudian diangkat dengan tower crane menuju lokasi pengecoran. Penuangan beton dilakukan  $\frac{3}{4}$  dari tinggi kolom atau dinding, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya segregasi yaitu pemisahan agregat yang dapat mengurangi mutu beton. Selama pengerjaan pengecoran berlangsung, dimasukkan concrete vibrator. Hal tersebut dilakukan agar beton dapat mengisi seluruh ruangan, serta untuk menghilangkan

rongga-rongga udara yang dapat membuat beton keropos. Pekerjaan pemasangan tulangan dan bekisting diselesaikan secara menyeluruh dalam 1 lantai terlebih dahulu dan kemudian dilakukan pekerjaan selanjutnya yaitu pengecoran. Untuk pekerjaan pengecoran sloof, pilecap, plat, balok dilakukan dengan urutan yang sama dengan kolom akan tetapi pada pekerjaan sloof, pilecap, plat, balok menggunakan concrete pump untuk proses pengecoran.

Beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan ( admixture ). Beton disusun dari agregat kasar dan agregat halus. (SNI 03-2847-2013). Pengangkutan beton basah ke lokasi proyek dibawa oleh *concrete mixer truck*. Pekerjaan pembesian meliputi antara lain:

- Pengecoran pilecap
- Pengecoran sloof
- Pengecoran kolom
- Pengecoran balok
- Pengecoran plat lantai
- Pengecoran tangga
- Pengecoran Shear Wall

Volume pengecoran dapat dihitung dengan cara mengalikan antara panjang dan lebar serta tinggi stuktur beton dengan satuan  $m^3$ .

$$Volume = P (m) \times L (m) \times T (m)$$

keterangan :

P = Panjang (m)

L = Lebar (m)

T = Tinggi (m)

**Tabel 2. 12** Data keperluan buruh untuk mencampur, menaruh di dalam cetakan dan memeliharanya sesudah ditaruh dicetakan (curing)

Jenis Pekerjaan	Jam kerja setiap m <sup>3</sup> beton
1. Mencampur beton dengan tangan	1,31-2,622
2. Mencampur beton dengan mesin pengaduk	0,65-1,57
3. Mencampur beton dengan memanaskan air dan agregat	0,92-1,97
4. Memasang pondasi-pondasi	1,31-5,24
5. Memasang tiang-tiang dan dinding tipis	2,62-6,55
6. Memasang dinding tebal	1,31-5,24
7. Memasang lantai	1,31-5,24
8. Memasang tangga	3,93-7,86
9. Memasang beton structural	1,31-5,24
10. Memasang beton structural pada cuaca dingin (di Luar Negeri)	2,62-6,55
11. Memelihara beton	0,65-1,31
12. Memelihara beton pada cuaca dingin dan memanaskannya (di Luar Negeri)	1,31-6,55
13. Mengaduk, memasang memeliharanya	2,62-7,86
14. Mengaduk, memasang, memeliharanya pada cuaca dingin (di Luar Negeri)	3,93-13,1

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

### 2.3.7 Pekerjaan Pelaksanaan Plat Half Slab

Menurut Ervianto (2006) , tahap pelaksanaan beton pracetak dijelaskan mulai dari tahap pembuatan sampai dengan tahap overtoping antara lain sebagai berikut

#### 2.3.7.1 Perhitungan Kebutuhan Tulangan *Halfslab Precast*

Perhitungan penulangan akan direncanakan dalam tiga tahap yaitu tahap pertama penulangan yang

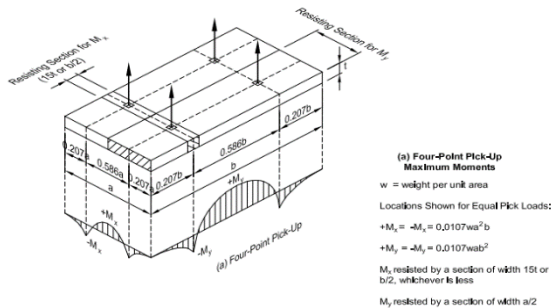
dibutuhkan saat pengangkatan, yang kedua adalah penulangan yang dibutuhkan sebelum komposit, dan ketiga adalah penulangan setelah komposit. Untuk kemudian dipilih tulangan yang layak untuk digunakan, yang memperhitungkan tulangan yang paling kritis diantara ketiga kondisi di atas.

1. Kondisi pengangkatan

Titik angkat harus diletakkan untuk menjaga elemen pracetak agar tegangan yang dipikulnya tidak melebihi batas dan untuk membuat elemen dapat diangkat. Menurut PCI Design Handbook 7th Edition chapter 8 ada beberapa titik angkat yang disyaratkan untuk mengangkat elemen dari cetakan maupun saat akan melakukan pemasangan. Jenis titik angkat pada plat tersebut dijelaskan sebagai berikut [3]:

a. Pengangkatan dengan 4 Titik Angkat

- Momen maksimum 4 titik angkat :
  - +M<sub>x</sub> = -M<sub>x</sub> = 0,0107 x w x a<sup>2</sup> x b.....(2.1)
  - +M<sub>y</sub> = -M<sub>y</sub> = 0,0107 x w x a x b<sup>2</sup>.....(2.2)
- M<sub>x</sub> ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan 15t atau b/2. M<sub>y</sub> ditahan oleh penampang dengan lebar a/2



Gambar 2. 8 Empat Titik Angkat

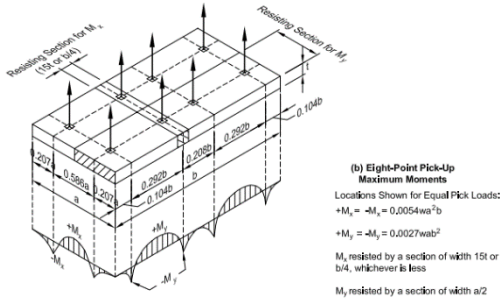
(Sumber: PCI Design Handbook)

b. Pengangkatan dengan 8 Titik Angkat

- Momen maksimum 8 titik angkat :

$$+M_x = -M_x = 0,0054 \times w \times a^2 \times b \dots\dots\dots(2.3)$$

$$+M_y = -M_y = 0,0027 \times w \times a \times b^2 \dots\dots\dots(2.4)$$



**Gambar 2. 9** Delapan Titik Angkat

(Sumber: PCI Design Handbook)

- $M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan 15t atau b/2.  $M_y$  ditahan oleh penampang dengan lebar a/2.

c. Kebutuhan Tulangan Angkat

1. Untuk luas tulangan perlu :

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{F_y}} \right) \dots\dots\dots(2.5)$$

2. Kontrol SNI 2847:2013 pasal 10.5.1 harus tersedia tidak boleh kurang dari :

$$A_{V \min} = \frac{0,25 \sqrt{F_{CT}}}{F_y} \times bw \times dx = \frac{1,4 \times bw \times dx}{F_y} \dots\dots\dots(2.6)$$

3. Untuk luas tulangan maksimum sesuai dengan SNI 2847-2013 lampiran B.8.4.2-B.8.4.3, disediakan tidak lebih besar dari dibawah ini :



$$\rho b = 0,75 x \left( \frac{0,85 x \beta x Fc'}{Fy} \right) x \left( \frac{600}{600+Fy} \right) \dots\dots(2.7)$$

4. Syarat :  $A_{v \min} < A_{\text{perlu}} < A_{\max}$
5. Perhitungan Jarak Tulangan :

$$S_{\text{perlu}} = \frac{0,25 x \lambda x \phi^2 x b}{As \text{ perlu}} \dots\dots\dots(2.8)$$

6. Syarat :  $S_{\max} \leq 3h$  atau 450 mm (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)  
Dengan perlu dikontrol :  $As \text{ pasang} > As \text{ perlu}$

d. Kontrol faktor reduksi

1. Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$a = \frac{As \text{ pasang} x Fy}{0,85 x Fc' x b} \dots\dots\dots(2.9)$$

2. Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

$$\beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta}$$

3. Regangan Tarik :

$$\epsilon t = \left( 0,003 x \frac{dx}{c} \right) - 1 \dots\dots\dots(2.10)$$

Sehingga

$$\phi Mn = \phi x As \text{ pasang} x Fy x (dx - 0,5a) \dots(2.11)$$

Syarat :  $\phi Mn > Mu$

- e. Kontrol Terhadap Geser

$$Vu = qu \left( \frac{ly}{2} - \frac{dy}{1000} \right) \dots\dots\dots(2.12)$$

$$\phi Vc = \phi (0,17 \lambda \sqrt{fc'} b dy) \dots\dots\dots(2.13)$$

Syarat :  $\frac{1}{2} \phi Vc \geq Vu$

- f. Kontrol Retak

Kontrol retak ditinjau menurut *SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.3* momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari :

$$f'_c = 0,46 \times f_{c'} \dots\dots\dots(2.14)$$

$$f_r = 0,62 \lambda \sqrt{f'_c} ; \lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

..... (2.15)

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3 \dots\dots\dots (2.16)$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t} \dots\dots\dots(2.17)$$

syarat :  $M_{cr} > M_u$

g. Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

Kontrol ini mengacu pada metode pengangkatan pelat yang dikeluarkan oleh PCI edisi ke-6. Diasumsikan pelat pracetak diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh  $b$  yang merupakan nilai terkecil dari  $a/2$ ,  $b/2$  atau  $15t$ .

$$\sigma_{max} = \frac{M_u \times c}{I} \times \frac{P}{b \times t} < f_r = 0,52 \times \lambda \times \sqrt{F'_c}$$

.....(2.18)

h. Dimensi Angkur

$$d = \sqrt{\frac{4p}{\pi \times f_y}} \dots\dots\dots(2.19)$$

i. Kontrol Lendutan

Berdasarkan *SNI 2847-2013* batasan untuk lendutan adalah  $l/240$  sehingga :

$$\Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times E_c \times I_e} < \frac{l}{240} \dots\dots\dots(2.20)$$

2. Kondisi sebelum komposit

a. Perhitungan kebutuhan tulangan

1. Menentukan  $d_x$

$$d_x = h - cover - \frac{1}{2} \text{ diameter tul. Lentur} \dots\dots\dots(2.21)$$

2. Momen maksimum

$$M_u = 1/8 q_u (L^2) \dots\dots\dots(2.22)$$

3. Menghitung kuat nominal

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d \times x^2} \dots\dots\dots(2.23)$$

4. Menghitung  $m$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'} \dots\dots\dots(2.24)$$

5. Menghitung rasio tulangan

$$\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \dots\dots\dots(2.25)$$

$$\rho_{min} = 0,002 \text{ (SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

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 daktail.

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{d_x}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times f_c' \times \beta_1}{\rho_{max} \times f_y} - 1 \right) \dots\dots\dots(2.26)$$

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max} .$$

6. Kebutuhan tulangan

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times d_x \dots\dots\dots(2.27)$$

Syarat : (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)

$$s \leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

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

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

$$\text{Syarat : } A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu}$$

b. Kontrol faktor reduksi

1. Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$a = \frac{A_s \text{ pasang} \times F_y}{0,85 \times F_c' \times b} \dots\dots\dots(2.28)$$

2. Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

$$\beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta} \dots \dots \dots (2.29)$$

3. Regangan Tarik :

$$\varepsilon_t = \left( 0,003 \times \frac{dx}{c} \right) - 1 \dots \dots \dots (2.30)$$

Sehingga

$$\varphi Mn = \varphi \times As \text{ pasang} \times Fy \times (dx - 0,5a)$$

$$\text{Syarat : } \varphi Mn > Mu$$

c. Penulangan Susut

$$Ash = \rho_{min} b h \dots \dots \dots (2.31)$$

d. Kontrol terhadap persyaratan geser

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1  $V_u$  sebesar :

$$Vu = qu \left( \frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right) \dots \dots \dots (2.32)$$

$$\phi Vc = \phi (0,17 \lambda \sqrt{f'_c} b dx) \dots \dots \dots (2.33)$$

$$\text{Syarat : } \frac{1}{2} \phi Vc \geq Vu$$

e. Kontrol Retak

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

$$f'_c = 0,46 \times f'_c'$$

$$f_r = 0,62 \lambda \sqrt{f'_c} ; \lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

$$I = \frac{1}{12} b x h^3$$

$$Mcr = \frac{f_r \times I}{y_t}$$

$$\text{syarat : } Mcr > Mu$$

f. Kontrol Lendutan

$$\Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times Ec \times Ie} < \frac{l}{240}$$

3. Kondisi sesudah komposit

a. Perhitungan kebutuhan tulangan

1. Menentukan  $d_x$

$$d_x = h - cover - \frac{1}{2} \text{ diameter tul. Lentur}$$

2. Momen maksimum

$$M_u = 1/8 q_u (L^2)$$

3. Menghitung kuat nominal

$$R_n = \frac{M_u}{\phi \times b \times d_x^2}$$

4. Menghitung  $m$

$$m = \frac{f_y}{0,85 f_c'}$$

5. Menghitung rasio tulangan

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

$$\rho_{min} = 0,002 \text{ (SNI 2847-2013 Pasal 7.12.2.1)}$$

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 daktail.

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

$$\text{syarat : } \rho_{min} < \rho_{perlu} < \rho_{max}$$

6. Kebutuhan tulangan

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times d_x$$

$$\text{Syarat : (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)}$$

$$s \leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

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

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

$$\text{Syarat : } A_s \text{ pakai} > A_s \text{ perlu}$$

b. Kontrol faktor reduksi

1. Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$a = \frac{As \text{ pasang} \times Fy}{0,85 \times Fc' \times b}$$

2. Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

$$\beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta}$$

3. Regangan Tarik :

$$\epsilon_t = \left( 0,003 \times \frac{dx}{c} \right) - 1$$

Sehingga

$$\phi Mn = \phi \times As \text{ pasang} \times Fy \times (dx - 0,5a)$$

$$\text{Syarat : } \phi Mn > Mu$$

c. Penulangan Susut

$$A_{sh} = \rho_{min} b h$$

d. Kontrol terhadap persyaratan geser

Kontrol persyaratan geser ditinjau berdasarkan SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1  $V_u$  sebesar :

$$V_u = qu \left( \frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right)$$

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

$$\text{Syarat : } \frac{1}{2} \phi V_c \geq V_u$$

e. Kontrol Retak

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

$$f'_c = 0,46 \times f'_c'$$

$$f_r = 0,62 \lambda \sqrt{f'_c} ; \lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

$$I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{y_t}$$

$$\text{syarat : } M_{cr} > Mu$$

f. Kontrol Lendutan

$$\Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times E_c \times I_e} < \frac{l}{240}$$

g. Perencanaan *shear connector*

### 1. Perhitungan geser nominal

- Menurut *SNI 2847-2013 Pasal 21.11.6* tebal pelat sebagai diafragma pada *overtopping* tidak boleh kurang dari 50 mm.

- Menurut *SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.1*  $V_n$  diafragma struktur tidak boleh melebihi :

$$\rho_t = 0,0025 \text{ (SNI 2847-2013 Pasal 11.9.9.2)}$$

$$V_n = A_{cv} (0,17 \lambda \sqrt{f'c'} + \rho_t f_y) \dots\dots\dots(2.34)$$

- Menurut *SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.2*  $V_n$  diafragma struktur tidak boleh melebihi :

$$V_n = 0,66 \times A_{cv} \times \sqrt{f'c'} \dots\dots\dots(2.35)$$

- Menurut *SNI 2847-2013 Pasal 21.11.9.3*  $V_n$  diafragma struktur tidak boleh melebihi :

$$\mu = 1,0\lambda \text{ (SNI 2847-2013 Pasal 11.6.4.3 dengan permukaan yang sengaja dikasarkan)} \dots\dots\dots(2.36)$$

$$V_n = A_{vf} \times \mu \times F_y \dots\dots\dots(2.37)$$

$V_n$  yang dipakai adalah yang terkecil dari persyaratan di atas.

### 2. Perhitungan kebutuhan *shear connector*

Berdasarkan *SNI 2847-2013 Pasal 11.4.6.1*, apabila  $V_u > \phi V_c$ , maka dapat digunakan luas geser minimum,  $A_v$  min

Digunakan  $A_v$  min dengan jarak :

Syarat :  $s \leq 4 \times$  dimensi terkecil atau 600 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

$$A_{v_{min}} = 0,062 \sqrt{f'c'} \frac{b_w s}{f_{yt}} \dots\dots\dots(2.36)$$

Tetapi tidak boleh kurang dari

$$\frac{0,35 b_w s}{f_{yt}} \dots\dots\dots(2.37)$$

$$A_s = 0,25 \times \pi \times \text{diameter tulangan}^2 \dots\dots\dots(2.38)$$

Jumlah kaki dibutuhkan

$$n = \frac{Avmin}{As} \dots\dots\dots(2.39)$$

### 2.3.7.2 Tahap Produksi atau Fabrikasi

Pada tahap produksi atau pabrikan ini dilakukan di area lapangan, yang jadwal pembuatannya berjalan sendiri, jadi tidak mengganggu jadwal inti. Area pembuatan/pabrikan ini nantinya bersebelahan dengan area penumpukan.

Hal penting dalam faktor produksi adalah penentuan prioritas komponen yang akan lebih dahulu dipabrikan harus disesuaikan dengan rencana kerja dan metode kerja yang akan direncanakan. Untuk mencapai kesesuaian pemilihan komponen, maka dibutuhkan koordinasi antara pabrikan dengan instalator. Area produksi harus tertata dengan baik, mulai dari tempat penumpukan material dasar, proses pengecoran, proses rawatan beton serta penyimpanan beton pracetak

### 2.3.7.3 Tahap Pengiriman

Pada tahap pengiriman material pracetak ini sangat diperlukan koordinasi antara pihak kontraktor dan supplier pracetak. Pihak supplier mengirim material setelah ada instruksi dari kontraktor, karena hal tersebut sangat berkaitan dengan metode pelaksanaan di lapangan. Jumlah elemen pracetak mengenai bentuk dan ukuran sesuai dengan konfirmasi pihak kontraktor.

Pengiriman material pracetak ke lokasi menggunakan truk trailer. Sebelum pengiriman pihak supplier mengadakan survey untuk melihat akses jalan yang akan dilalui. Dalam pengangkutan perlu diperhatikan penempatan posisi material pracetak di atas angkutan untuk menghindari hal hal yang membahayakan, contohnya : tergelincir, berubah dudukan, material retak, dsb.



#### 2.3.7.4 Tahap Penumpukan

Beberapa alasan sebagai penyebab dilakukan penumpukan material precast :

- a. Jumlah beton precast yang akan dipasang sangat banyak, sehingga tidak memungkinkan untuk pemasangan pelat secara langsung dari trailer ke titik pelat rencana.
- b. Lokasi proyek cukup luas, sehingga tersedia tempat penumpukan pelat dimana tempat ini diusahakan tidak mengganggu aktivitas proyek.

Untuk perhitungan kontrol penumpukan balok dan pelat *precast*, acuan yang digunakan antara lain:

1. Peraturan Beton Bertulang Indonesia 1971 (PBBI 1971)
2. Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung (SNI 03-2847-2013).
3. Perhitungan desain *half slab precast* berdasarkan pada SNI 2847-2013 dan PCI Design Handbook.
4. Perhitungan harga satuan pekerjaan *half slab precast* menggunakan SNI 7832-2012 tata cara perhitungan harga satuan pekerjaan beton pracetak untuk konstruksi bangunan gedung.

Pada tahap penumpukan ini perhitungan yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Hitung berat beton *precast* sesuai dengan rencana, yaitu :
  - Volume beton bertulang ( $m^3$ ) x Berat Jenis beton bertulang ( $2400 \text{ kg}/m^3$ )
- Merencanakan jumlah tumpukan beton *precast*.
- Hitung berat total tumpukan dari beton *precast* tersebut, yaitu :
  - Berat beton *precast* (kg) x jumlah rencana tumpukan beton *precast*.

- Merencanakan penyangga tumpukan beton *precast* yang menggunakan balok kayu dan hitung luas dari balok kayu tersebut.
- Hitung tegangan tumpukan beton *precast* (*SNI 03-2847-2002*)
  - $\sigma \text{ beton} = 4700 \times \sqrt{f_c''}$
  - Namun rumus  $f_c''$  yang digunakan adalah nilai tegangan beton pada saat umur beton 4 hari, yaitu  $0,4 \times f_c'$  (PBBI 1971)
- Tegangan total tumpukan beton *precast* = 
$$\frac{\text{Berat Total Tumpukan}}{\text{Luas Balok Kayu}}$$

Pada hasil akhir, kontrol penumpukan harus membandingkan nilai tegangan total tumpukan *precast* dengan  $\sigma$  beton *precast* yang berumur 4 hari.

### 2.3.7.5 Titik Pengangkatan

Menurut *PCI Design Handbook 7<sup>th</sup> Edition* Dalam pemasangan pelat pracetak harus pula diingat bahwa pelat akan mengalami pengangkatan sehingga perlu direncanakan tulangan angkat untuk pelat. Seperti terlihat pada gambar 2.7 dibawah ini pengangkatan pelat dengan 4 titik angkat dan pada gambar 2.8 pengangkatan 14 pelat dengan 8 titik angkat. Maka akan terjadi momen momen pada elemen pelat sebesar  $w$  = beban per unit luas

#### ➤ Empat Titik Angkat

Maksimum momen pendekatan

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

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

$M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan  $15t$  atau  $b/2$  .  $M_y$  ditahan oleh penampang dengan lebar  $a/2$ .

#### ➤ Delapan Titik Angkat

Maksimum momen pendekatan

$$+M_x = -M_x = 0,0054w a^2 b$$

$$+M_y = -M_y = 0,0054 w a b^2$$

$M_x$  ditahan oleh penampang dengan lebar yang terkecil dan  $15t$  atau  $b/2$ .  $M_y$  ditahan oleh penampang dengan lebar  $a/2$

Dalam perencanaan beban statis ekuivalen perlu dikalikan faktor pengali sebagai faktor pengaman ketika proses pengangkatan / erection. Besarnya angka pengali sebagai berikut :

**Tabel 2. 13** Angka Pengali Beban Stastis Ekuivalen untuk menghitung gaya pengangkatan dan gaya dinamis

Fase	Angka Pengali
Pengangkatan dari bekisting	1,7
Pengangkatan ke tempat penyimpanan	1,2
Transportasi	1,5
Pemasangan	1,2

(Sumber : PCI Design Handbook)

Dalam kondisi pengangkatan perlu dikontrol beberapa faktor yang terjadi :

- Kebutuhan Tulangan Angkat

- Untuk luas tulangan perlu :

$$\rho = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times Rn}{F_y}} \right)$$

- Kontrol SNI 2847:2013 pasal 10.5.1 harus tersedia tidak boleh kurang dari :

$$A_{v \min} = \frac{0,25 \sqrt{F_{cr}}}{F_y} \times b_w \times d_x = \frac{1,4 \times b_w \times d_x}{F_y}$$

- Untuk luas tulangan maksimum sesuai dengan SNI 2847-2013 lampiran B.8.4.2-B.8.4.3, disediakan tidak lebih besar dari dibawah ini :

$$\rho b = 0,75 x \left( \frac{0,85 x \beta x Fc'}{Fy} \right) x \left( \frac{600}{600 + Fy} \right)$$

- Syarat :  $A_{v \min} < A_{\text{perlu}} < A_{\text{max}}$
- Perhitungan Jarak Tulangan :  

$$S_{\text{perlu}} = \frac{0,25 x \lambda x \phi^2 x b}{As \text{ perlu}}$$
- Syarat :  $S_{\text{max}} \leq 3h$  atau 450 mm (SNI 2847-2013 Pasal 10.5.4)  
 Dengan perlu dikontrol :  $As \text{ pasang} > As \text{ perlu}$

- Kontrol Reduksi

- Tinggi blok tegangan persegi ekuivalen :

$$a = \frac{As \text{ pasang} x Fy}{0,85 x Fc' x b}$$

- Jarak dari serat tekan ke sumbu netral :

$$\beta = 0,85 ; c = \frac{a}{\beta}$$

- Regangan Tarik :

$$\epsilon t = \left( 0,003 x \frac{dx}{c} \right) - 1$$

- Sehingga

$$\phi Mn = \phi x As \text{ pasang} x Fy x (dx - 0,5a)$$

$$\text{Syarat : } \phi Mn > Mu$$

- Kontrol Terhadap Geser

$$Vu = qu x \frac{sn}{2} x dx > 0,5 x \phi Vc$$

$$= 0,5 x (\phi x 0,17 x \lambda x \sqrt{Fc'} x b c dx)$$

- Kontrol Retak

$$Mcr = \frac{fr x ig}{yt} \quad \text{syarat : } Mcr > Mu$$

- Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

$$\sigma \text{ max} = \frac{Mu x c}{I} x \frac{P}{b x t} < fr$$

$$= 0,52 x \lambda x \sqrt{Fc'}$$

- Dimensi Angkur :  $d = \sqrt{\frac{4p}{phi x fy}}$

- Kontrol Lendutan  
Berdasarkan SNI 2847-2013 batasan untuk lendutan adalah  $l/240$  sehingga :

$$\Delta t = \frac{5 \times q \times l^4}{384 \times E_c \times I_e} < \frac{l}{240}$$

- Kontrol Penumpukan  
Penumpukan direncanakan dengan 2 tumpuan sehingga kontrol tegangan yang terjadi :

$$\sigma_x = \frac{M_x}{M_y} < f_r ; \sigma_y = \frac{M_x}{M_y} < f_r$$

#### 2.3.7.6 Tahap Pemasangan (Erection)

Pada tahap pemasangan beton *precast* harus direncanakan sematang mungkin, baik dari segi peralatan, pekerja, dan siklus pemasangannya. Alat berat yang digunakan untuk mengangkat pelat *precast* adalah *mobile crane*, kondisi dari *mobile crane* sendiri berpengaruh selama proses pemasangan untuk mendapatkan hasil yang maksimal.

Hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum pemasangan balok dan pelat *precast*, antara lain:

- a. Untuk peralatan *crane* seperti *mobile crane* harus sudah siap terlebih dahulu dilokasi proyek sebelum beton *precast* disiapkan.
- b. Perencanaan posisi *mobile crane* dilapangan dimana panjang jangkauannya harus dapat mencapai setiap bagian dari struktur pada beton *precast* yang akan dipasang.
- c. Dilakukan pengecekan terhadap kondisi dan tulangan beton *precast* sebelum dipasang.
- d. Dalam menjalankan tugasnya operator dibantu tenaga kerja untuk penempatan beton *precast* pada posisi akhir.
- e. Memberikan ruang kerja bagi aktivitas *crane* selama pemasangan beton *precast* agar tidak terganggu aktivitas proyek lain

Pada tahap pemasangan beton *precast* dilakukan setelah pengecoran kolom dan pemasangan scaffolding / pipe support balok dan plat selesai. Pengawasan dilakukan oleh pihak konsultan maupun kontraktor secara konsisten selama pemasangan. Pada saat pengoperasian peralatan diusahakan se efisien mungkin dan se optimal mungkin, dengan memperhatikan siklus waktu pemasangan untuk tiap-tiap balok dan pelat precast, karena hal ini sangat berpengaruh dengan biaya yang dianggarkan terutama untuk peralatan dan waktu pelaksanaan.

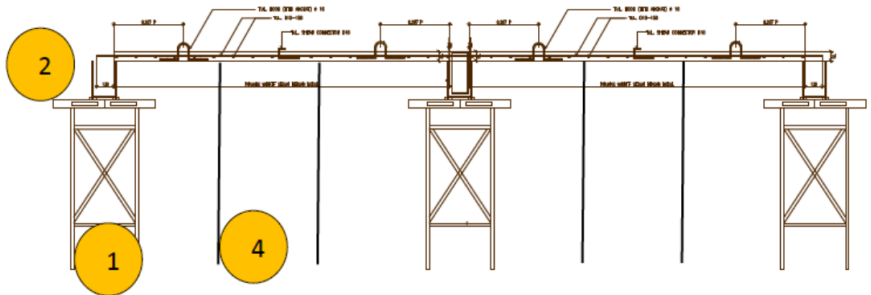
### 2.3.7.7 Tahap Penyambungan

Menurut Ervianto (2006) cara penyambungan yang dapat dilakukan dapat dibedakan menjadi dua yakni, sambungan basah dan sambungan kering. Masing-masing sambungan mempunyai keuntungan serta kerugian sehingga penentuan jenis sambungan tergantung dari banyak faktor, satu diantaranya adalah faktor biaya.

*In-Situ Concrete Joints* (Cor Setempat), Metode pelaksanaannya adalah dengan melakukan pengecoran pada pertemuan dari komponen-komponen tersebut. Diharapkan hasil pertemuan dari tiap komponen tersebut dapat menyatu. Sedangkan untuk cara penyambungan tulangan dapat digunakan *coupler* ataupun secara *overlapping*. Sambungan ini menggunakan tulangan biasa sebagai penyambung / penghubung antar elemen beton baik antar pracetak maupun pracetak dengan cor setempat. Elemen pracetak yang sudah berada ditempatnya akan dicor bagian ujungnya untuk menyambungkan elemen satu dengan yang lainnya agar menjadi satu kesatuan yang monolit. Sambungan jenis ini biasa disebut dengan sambungan basah. Sambungan Jenis ini dapat diaplikasikan pada komponen komponen beton pracetak:

1. Kolom dengan kolom
2. Kolom dengan balok
3. Plat dengan balok

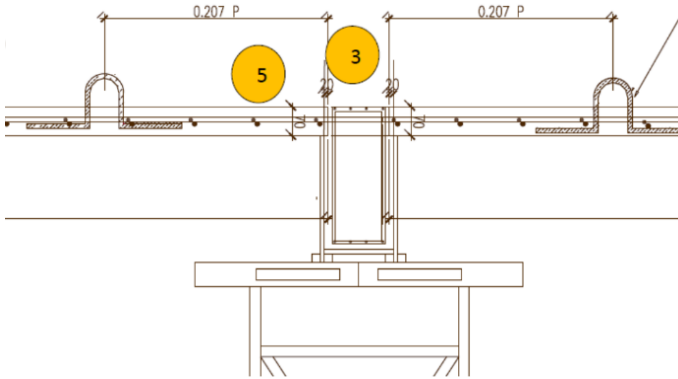
Secara garis besar untuk instalasi *half slab* sesuai gambar berikut :



**Gambar 2. 10** Ilustrasi alur pemasangan plat *Hal slab*  
(Sumber: Referensi Tugas Akhir 2017)

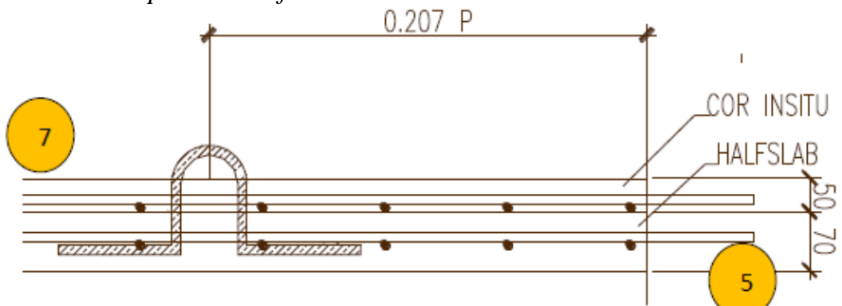
- a. Pasang perancah sesuai level dasar lantai yang akan dicor. Tujuan dipasangnya scaffolding/perancah adalah untuk menyangga balok yang akan dicor, dan agar kuat dalam menyangga plat *precast* yang akan di letakkan pada balok tersebut.
- b. Install bekisting balok & cek elevasi sebelum *precast half slab* dipasang di dinding bekisting balok.
- c. Pembesian balok dan pengecoran balok.
- d. Pasang *pipe support* sebagai pembantu dalam menyangga balok yang akan dicor separuh dari volume totalnya. Pada metode pemasangan plat *precast half slab*, balok akan terlebih dahulu dicor setengah dari volume totalnya kemudian plat *precast* akan dipasang pada balok tersebut yang difungsikan sebagai penumpu, untuk pengecoran balok sisanya akan di cor bersamaan dengan *overtopping* plat. *Pipe support* dipasang tiap panel *half slab*. Spesifikasi *pipe support* ini menggunakan pipa galvanis, diameter 1,5", tebal 3 mm dengan panjang 4 m.

- e. Install *precast half slab* dengan jarak masuk 20mm dari tepi luar bekisting balok yang telah dicor. Dan memasang temporary support *half slab* sebagai penyangga.



**Gambar 2. 11** Detail sambungan Plat Half Slab  
(Sumber: Referensi Tugas Akhir 2017)

- f. Pemasangan pembesian top slab sesuai *shop drawing*.  
g. Sambungan basah diperlukan agar pelat menjadi komposit.  
h. Dilakukan *checklist* bersama.  
i. Dilaksanakan pengecoran balok dan *top slab* dari *precast half slab*.



**Gambar 2. 12** Detail tulangan plat Half Slab  
(Sumber: Referensi Tugas Akhir 2017)



### 2.3.7.8 Tahap Pengecoran

Pengecoran *over topping* dilakukan setelah pemasangan pembesian wire mesh dilakukan. Kebutuhan baja tulangan pada toping dalam menampung gaya geser horizontal direncanakan dengan menggunakan geser friksi (*shear friction concept*).

## 2.4 Penggunaan Alat Berat

Berikut ini adalah jenis alat berat yang akan digunakan dalam proyek pembangunan Gedung Pascasarjana UMM, :

### 2.4.1. Hydraulic Rotary Drilling Rig

Merupakan alat untuk konstruksi maupun yang lain yang berhubungan dengan pemancangan. Jenis *Hydraulic Rotary Drilling Rig* yang digunakan adalah:

Model : Soilmec SF-50 Hydraulic CFA Rotary Rig

Berat : 103 ton



**Gambar 2.13** Hydraulic Rotary Drilling Rig  
(Sumber: Brosur Soilmec SF-50)

### 2.4.2. Excavator/Backhoe

*Excavator/Backhoe* adalah alat untuk menggali dalam skala besar. Alat berat ini digunakan untuk pekerjaan galian

tanah dan urugan kembali pada pembuatan pile cap. Penggunaan excavator/backhoe dapat menggali dengan singkat karena produktifitasnya tinggi dibandingkan apabila penggalian tanah secara manual atau dengan tenaga manusia dengan menggunakan cangkul.

Merk : Kobelco  
 Model : SK 850 LG  
 Kapasitas Bucket : 5,4 m<sup>3</sup>  
 Kecepatan Travel Max : 4,2 km/h



**Gambar 2. 14** Excavator Kobelco SK-850 LG  
 (Sumber: Brosur Escavator Kobelco )

### 2.4.3. Dump Truck

*Dump Truck* adalah truck yang isinya dapat dikosongkan tanpa penanganan. Biasanya, alat berat ini digunakan untuk mengangkut material berupa pasir, kerikil, maupun tanah untuk keperluan konstruksi. Dikarenakan kondisi lahan proyek yang terbatas, maka sebagian tanah galian harus diangkat/dibuang ke disposal area dengan menggunakan *dump truck* dan sebagian lagi dimanfaatkan untuk pengurugan tanah kembali. *Dump truck* dilengkapi dengan bak terbuka yang dioperasikan dengan hidrolik sehingga bagian depan dari bak dapat terangkat keatas dan memungkinkan material turun ke tempat yang diinginkan.

Dump truck yang digunakan adalah Hino FG 235 JJ dengan spesifikasi :

Model	: Hino FG 235 JJ
Kapasitas Bak	: 12 m <sup>3</sup>
Berat Kosong	: 2,274 kg



**Gambar 2. 15** Dump Truck Hino FG 235 JJ

(Sumber: <https://www.hino.co.id/product/fg-235-jj-new/>)

#### **2.4.4. Tower Crane**

*Tower crane* merupakan salah satu alat berat yang digunakan dalam membantu pembangunan gedung bertingkat, di mana bagian dari tower crane terdiri dari tiang, pondasi, alat yang berputar, bagian pengemudi dan lain – lainnya. Tower crane memiliki peranan dan fungsi yang sangat penting dalam pembangunan konstruksi bangunan skala besar seperti gedung bertingkat.



**Gambar 2. 16** Tower Crane  
(Sumber: <https://www.flickriver.com/photos>)

**Tabel 2. 14** Spesifikasi Tower Crane

POTAIN TIPE K30 – 30C			
Beban Maksimum	:	7,95	Ton
Panjang Jib	:	35	Meter
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	°/menit
<i>Trolley</i>	:	45	m/menit
<i>Landing</i>	:	80	m/menit

(Sumber: Brosur Tower Crane )

#### 2.4.5. Bucket Cor

*Bucket Cor* adalah tempat pengangkutan adukan cor beton dari *truck mixer concrete* sampai ke tempat pengecoran dengan cepat dan efeisien sehingga dapat mepercepat proses pengecoran yang tempatnya berlantai – lantai dan tinggi. Cara penggunaan bucket cor / concrete bucket :

- Setelah dilakukan pengetesan slump dan telah memenuhi persyaratan yang ditetapkan
- Selanjutnya beton dari *truck mixer concrete* dituangkan kedalam *Concrete bucket*
- Kemudian pengangkutan dilakukan dengan bantuan *tower crane*

Dalam pengerjaannya dibutuhkan satu orang sebagai operator *concrete bucket* yang bertugas untuk membuka atau mengunci agar cor-an beton tidak tumpah pada saat dibawa ke area pengecoran dengan *tower crane*.

*Spesifikasi :*

Ukuran Bucket Cor : 1 m<sup>3</sup>

Dimensi : 1,50 m x 1,5 m x 1,5 m



**Gambar 2. 17** Bucket Concrete

(Sumber: <https://www.alatproyek.co.id/sewa-bucket-cor/>)

#### 2.4.6. Concrete Pump

*Concrete Pump* merupakan alat berat yang digunakan untuk menyalurkan campuran beton ke tempat-tempat yang sulit dijangkau atau berada di lantai tinggi pada saat

pengecoran. *Concrete Pump Portable* dilengkapi dengan pompa dan lengan (*boom*) yang bisa digunakan untuk pengecoran gedung bertingkat. Jika lantai yang akan dicor tingginya lebih tinggi daripada *concrete pump portable*, maka dapat ditambahkan dengan pipa yang disambung secara vertikal agar mencapai pada ketinggian tertentu. Pipa tambahan dan lengan ini dipasang dengan berbagai kombinasi seperti vertical dan horizontal menyesuaikan ketinggian lokasi pengecoran.

Tipe	: SANY HBT6013C-5D
Max Delivery	: 13 MPa
Panjang	: 6695 mm
Lebar	: 2068 mm
Tinggi	: 6100 mm



**Gambar 2. 18** Concrete Pump Portable

(Sumber: <http://pdf.directindustry.com/pdf/sany/sany-hbt6013c-5d>)

#### 2.4.7. Truck Mixer

*Truck mixer* selain mempunyai kemampuan untuk mengaduk beton juga mempunyai kelebihan karena dapat mengangkut beton hasil pengadukan ke lokasi yang diinginkan. Alat ini mempunyai kapasitas berkisar sekitar 4,6 m<sup>3</sup> sampai lebih dari 11,5 m<sup>3</sup>.



**Gambar 2. 19** Truck mixer  
(Sumber: <https://www.alatproyek.co.id>)

#### 2.4.8. Bar Bender

Alat pemotong besi yang digunakan adalah SUB-35HD. Mesin ini “heavy duty” bar bender unggulan untuk membengkokkan besi beton dengan maksimal diameter 35mm untuk SUB-35HD dengan spesifikasi :

Model	: SUB-35HD
Max diameter	: 35 mm
Kecepatan bending	: 3,5 detik
Daya	: 220/380V, 3 Phase
Berat alat	: 577 kg
Dimensi	: 830 x 770 x 990 mm

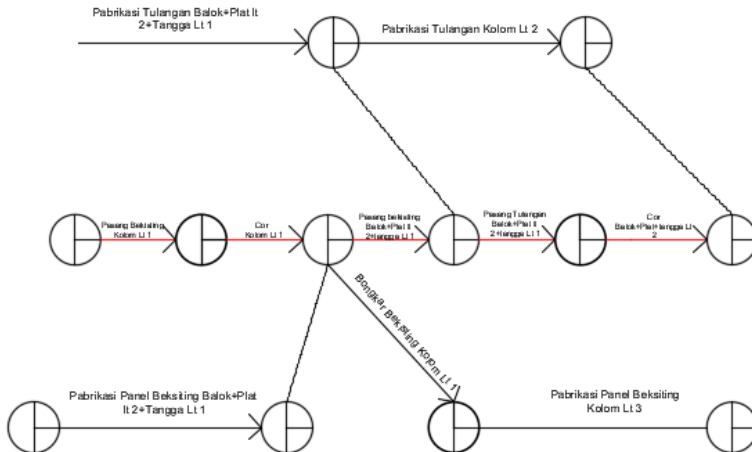


**Gambar 2. 20** Bar bender  
(Sumber: Referensi Tugas Akhir )

## 2.5 Network Planning

Network planning adalah sebuah alat manajemen yang memungkinkan dapat lebih luas dan lengkapnya perencanaan dan pengawasan suatu proyek. (Soetomo Kajatmo, 1977). Yaitu sebuah kegiatan pekerjaan berbentuk diagram network yang berisi hubungan setiap pekerjaan dalam suatu proyek, dimana setiap item pekerjaan diurutkan sesuai metode pelaksanaan yang telah dibuat. Dalam diagram network juga dapat diketahui area mana yang termasuk dalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya.

Satu per satu item pekerjaan akan dihubungkan dimulai dari pekerjaan persiapan sampai finishing sesuai metode yang digunakan. Dalam network diagram terdapat durasi tiap pekerjaannya, dengan demikian akan diketahui pekerjaan apa yang bisa mundur dan yang harus diselesaikan sesuai jadwal. Berikut contoh network diagram :



**Gambar 2. 21** Network Planning



## 2.6 Perhitungan Volume

Setelah mengetahui metode pelaksanaan dan menrinci setiap item pekerjaan yang dilakukan, selanjutnya adalah menghitung besaran volumenya. Dalam tugas akhir ini perhitungan volumenya berdasarkan pada perhitungan RAB Kontraktor. Berikut adalah cara menghitung nilai volume pekerjaan:

### A. Perhitungan Volume Galian Tanah

Volume galian dihitung dengan berdasarkan prinsip luasan bidang galian baik bentuk persegi maupun trapesium kemudian dikalikan dengan panjang galian.

$$Volume = P \times L \times T = \dots m^3$$

Dimana:

P: Panjang Galian (m)

L: Lebar Galian (m)

T: Kedalaman Galian (m)

### B. Perhitungan Volume Urugan

Volume galian dihitung dengan berdasarkan prinsip luasan bidang urugan, dengan cara mengalikan panjang, lebar dan kedalaman urugan.

$$Volume = P \times L \times T = \dots m^3$$

Dimana:

P : Panjang Urugan (m)

L: Lebar Urugan (m)

T: Kedalaman Urugan (m)

### C. Perhitungan Volume Bekisting

Volume bekisting dihitung dengan berdasarkan prinsip luasan bidang, dengan cara mengalikan antara panjang (P) dengan lebar/keliling (L) bekisting.

$$Volume = P \times L = \dots m^2$$

Dimana:

P : Panjang Bekisting (m)

L: Lebar/Keliling Bekisting (m)

### D. Perhitungan Volume Pembesian

Volume pembesian dihitung dengan cara mengalikan antara panjang besi tulangan (P) dengan berat per meter besi

tulangan (W) sesuai diameter besi yang dipakai berdasarkan berat per meter besi pada SNI 07-2052-2002 baja tulangan dalam satuan kg.

$$Volume = P \times W = \dots kg$$

Dimana:

P : Panjang Besi (m)

W : Berat Besi (kg/m)

### E. Perhitungan Volume Beton

Volume beton dihitung dengan cara mengalikan antara panjang (P) dan lebar (L), serta tinggi (T) beton dalam satuan m<sup>3</sup>.

$$Volume = P \times L \times T = \dots m^3$$

Dimana:

P : Panjang Penampang Beton (m)

L: Lebar Penampang Beton (m)

T: Tinggi Penampang Beton (m)

(Wulfram I. Ervianto, *Cara Tepat Menghitung Biaya Bangunan* (Yogyakarta, 2007), h. 18-27)

## 2.7 Perhitungan Produktivitas

### A. Produktivitas Excavator

Jenis material berpengaruh dalam perhitungan produktivitas backhoe. Penentuan waktu siklus backhoe didasarkan pada pemilihan kapasitas bucket. Rumus yang dipakai untuk menghitung produktivitas backhoe :

$$Produktivitas = V \times \frac{60}{CT} \times S \times BFF \times efisiensi$$

Keterangan :

Produktivitas = m<sup>3</sup>/jam

CT = waktu siklus (tabel 2.9)

S = faktor koreksi untuk kedalaman dan sudut putar (tabel 2.10)

BFF = faktor koreksi untuk alat gali (tabel 2.11)

V = ukuran bucket

**Tabel 2. 15** Waktu Siklus Backhoe beroda crawler (menit)

Jenis Materi	Ukuran Alat		
	0,76 m <sup>3</sup>	0,94 – 1,72 m <sup>3</sup>	> 1,72 m <sup>3</sup>
Kerikil, pasir, tanah organik	0,24	0,3	0,4
Tanah , lempung lunak	0,3	0,375	0,5
Batuan, lempun keras	0,375	0,462	0,6

(Sumber: *Contructions Methods and Management, 1998*)

**Tabel 2. 16** Faktor Koreksi (S) untuk kedalaman dan sudut putar

Kedalaman penggalian (% dari Maks.)	Sudut Putar (°)					
	45	60	75	90	120	180
30	1,33	1,26	1,21	1,15	1,08	0,95
50	1,28	1,21	1,16	1,10	1,03	0,91
70	1,16	1,10	1,05	1,00	0,94	0,83
90	1,04	1,00	0,95	0,90	0,85	0,75

(Sumber: *Contructions Methods and Management, 1998*)

**Tabel 2. 17** Faktor Koreksi (BFF) untuk alat gali

Material	BFF(%)
Tanah dan tanah organik	80 - 110
Pasir dan kerikil	90 - 100
Lempung keras	65 - 95
Lempung basah	50 - 90
Batuan dengan peledakan buruk	40 - 70
Batuan dengan peledakan baik	70 - 90

(Sumber: *Contructions Methods and Management, 1998*)

## B. Produktivitas Dump Truck

Faktor - faktor yang harus diperhatikan dalam penentuan produktivitas loader adalah sebagai berikut:

1. Kondisi material
2. Tipe bucket dan kapasitasnya
3. Area untuk pergerakan loader
4. Waktu siklus loader
5. Waktu efisien loader

Karena beberapa material menyebabkan alat tidak dapat mengangkat secara maksimal maka dibuat tabel untuk menentukan faktor pemuatan bucket.

Cara menghitung produktivitas adalah dengan menggunakan tabel – tabel waktu yang tergantung pada beberapa faktor. Waktu muat tergantung pada jenis material yang diangkut. Waktu berputar ditentukan sebesar 0,2 menit. Waktu bongkar ditentukan berdasarkan tempat atau kemana material ditempatkan. Selain itu diperlukan koreksi terhadap waktu siklus.

**Tabel 2. 18** Faktor Pemuatan Bucket (Bucket fill factor, BFF)

Material	Faktor
Material seragam atau campuran	0,95 – 1,00
Batu kecil	0,85 – 0,90
Batuan hasil peledakan (baik)	0,80 – 0,95
Batuan hasil peledakan (rata –rata)	0,75 – 0,90
Batuan hasil peledakan (buruk)	0,60 – 0,75
Batuan berlumpur	1,00 – 1,20
Lanau basah	1,00 – 1,10
Material berbeton	0,85 – 0,95

(Sumber: *Construction Equipment Guide*,1991)

**Tabel 2. 19** Waktu Muat ( menit)

Material	LT
Berbutir seragam	0,03 - 0,05
Berbutir campuran dan basah	0,03 - 0,06
Lanau basah	0,03 - 0,07
Tanah atau kerikil	0,04 - 0,20
Material berbeton	0,05 - 0,20

(Sumber: *Caterpillar Performance Handbook, 1993*)

**Tabel 2. 20** Waktu Buang (menit)

Pemuatan	DT
Ditumpah di atas tanah	$\leq 0,10$
Dimuat ke dalam truck	0,04 - 0,07

(Sumber: *Caterpillar Performance Handbook, 1993*)

Untuk menghitung waktu angkut (TL) dan waktu kembali (RT) digunakan grafik yang berbeda untuk setiap jenis loader.

**Tabel 2. 21** Faktor Penambahan dan Pengurangan untuk CT (menit)

Uraian	Faktor
<b>Kondisi Tanah :</b>	
Berbutir campuran	+ 0,02
Diameter < 3 mm	+ 0,02
Diameter 3 - 20 mm	- 0,02
Diameter 20 - 150 mm	0
Diameter > 150 mm	+ 0,03
Kondisi tanah asli/lepas	+ 0,04
<b>Timbunan :</b>	
Timbunan dengan tinggi > 3 m	0

Timbunan dengan tinggi < 3 m	+ 0,01
Pembongkaran dengan truck	+ 0,02
<b>Lain-lain :</b>	
Pengoperasian tetap	- 0,04
Pengoperasian tidak tetap	+ 0,04
Target sedikit	+ 0,04
Target beresiko	+ 0,05

(Sumber: *Caterpillar Performance Handbook, 1993*)

**Tabel 2. 22** Kapasitas Bucket

Type loader	Heaped capacity m <sup>3</sup> (yd <sup>3</sup> )	Struck capacity m <sup>3</sup> (yd <sup>3</sup> )
910 F	1,20 (1,60)	1,02 (1,33)
918 F	1,70 (2,25)	1,40 (1,80)
928 F	2,00 (2,60)	1,70 (2,25)
930 F	1,72 (2,25)	1,29 (1,69)

(Sumber: *Caterpillar Performance Handbook, 1993*)

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas adalah :

$$\text{Produktivitas} = V \times \frac{60}{CT} \times S \times BFF \times \text{efisiensi}$$

Keterangan :

Produktivitas = m<sup>3</sup>/jam

CT = waktu siklus (tabel 2.9)

S = faktor koreksi untuk kedalaman dan sudut putar (tabel 2.10)

BFF = faktor koreksi untuk alat gali (tabel 2.11)

V = ukuran bucket

## 2.8 Efisiensi Kerja

Efisiensi kerja disebut juga faktor koreksi sehingga faktor produktivitasnya mendekati di lapangan. Efisiensi kerja tergantung pada kondisi pengoperasian alat dan pemilihan mesin. Harga untuk efisiensi kerja dapat dilihat pada tabel-tabel dibawah ini :

**Tabel 2. 23** Faktor Kondisi Kerja dan Management/Tata Laksana

Kondisi operasi alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,70	0,63
Baik	0,78	0,75	0,71	0,65	0,60
Sedang	0,72	0,69	0,65	0,60	0,54
Buruk	0,63	0,61	0,57	0,52	0,45
Buruk Sekali	0,52	0,50	0,47	0,42	0,32

(Sumber: Rochmanhadi, 1985 "Perhitungan Biaya Pelaksanaan Menggunakan Alat Berat")

**Tabel 2. 24** Faktor Keterampilan Operator

Ketrampilan Operator	Efisiensi Kerja
Sempurna	1,00
Rata-rata Baik	0,75
Kurang	0,60

(Sumber: Rochmanhadi, 1985 "Perhitungan Biaya Pelaksanaan Menggunakan Alat Berat")

**Tabel 2. 25 Waktu Kerja Efektif**

Kondisi	Waktu Kerja Efektif	Efisiensi
Baik Sekali	55 menit/jam	0,92
Baik	50 menit/jam	0,83
Sedang	45 menit/jam	0,75
Jelek	40 menit/jam	0,67

(Sumber: Rochmanhadi, 1985 “Perhitungan Biaya Pelaksanaan Menggunakan Alat Berat”)

**Tabel 2. 26 Keadaan Cuaca**

Keadaan Cuaca	Efisiensi Kerja
Cerah	1,00
Cuaca debu/mendung/gerimis	0,80

(Sumber: Rochmanhadi, 1985 “Perhitungan Biaya Pelaksanaan Menggunakan Alat Berat”)

## 2.9 Perhitungan Durasi Pekerjaan

Durasi pada setiap pekerjaan berbeda-beda berdasarkan pelaksanaan yang digunakan karena memiliki produktivitas yang berbeda-beda. Suatu pekerjaan yang diselesaikan menggunakan alat berat akan menghabiskan waktu lebih singkat dibandingkan dengan melakukan pekerjaan secara manual. Dalam perhitungan durasi pekerjaan dapat ditentukan dengan koefisien dari HSPK 2018 .

$$\begin{aligned} & \text{Kapasitas Produksi per hari} \\ & = \frac{1 \text{ hari}}{\text{Koefisien terbesar}} \times 1 \text{ satuan volume} \end{aligned}$$



Dari kapasitas produksi per hari akan didapat lama atau durasi pekerjaan dengan menggunakan rumus :

$$Durasi\ per\ item = \frac{Volume_{item\ pekerjaan}}{Kapasitas\ Produksi\ \frac{alat}{pekerja}}$$

## 2.10 Perhitungan Waktu dan Penjadwalan

Perencanaan jadwal pelaksanaan pekerjaan pembangunan menggunakan Kurva S. Kurva S adalah sebuah grafik yang menunjukkan kemajuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang direpresentasikan sebagai presentasi kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S dapat memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkannya terhadap jadwal rencana. Dari sinilah diketahui apakah ada keterlambatan atau percepatan jadwal proyek. Indikasi tersebut dapat menjadi informasi awal guna melakukan tindakan koreksi dalam proses pengendalian jadwal.

Untuk membuat kurva s, jumlah prosentase kumulatif bobot masing-masing kegiatan pada suatu periode diantara durasi proyek diplotkan terhadap sumbu vertikal sehingga bila hasilnya dihubungkan dengan garis, akan membentuk kurva S. Bentuk demikian terjadi karena volume pekerjaan pada bagian awal biasanya masih sedikit, kemudian pada pertengahan meningkat dalam jumlah cukup besar, lalu pada akhir proyek volume kegiatan kembali mengecil.

Untuk menentukan bobot pekerjaan, pendekatan yang dilakukan dapat berupa perhitungan presentase berdasarkan biaya per item pekerjaan atau kegiatan dibagi total anggaran atau berdasarkan volume rencana dari komponen kegiatan terhadap volume total kegiatan. Penyusun menggunakan kurva S untuk menyajikan progres pekerjaan berdasarkan waktu dan biaya pekerjaan, dikarenakan dengan kurva S dapat ditunjukkan lebih rinci mengenai durasi dan biaya pekerjaan, serta bobot tiap pekerjaan terhadap kumulatif bobot pekerjaan.

## 2.11 Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

### 2.11.1. Biaya Langsung

Dalam pelaksanaan suatu proyek maka dibutuhkan perhitungan anggaran biaya. Perhitungan anggaran biaya merupakan perhitungan banyaknya biaya yang diperlukan dan dihitung dengan teliti, cermat, dan memenuhi untuk bahan dan upah, serta biaya-biaya lain yang berhubungan dengan pelaksanaan bangunan atau proyek tersebut. Anggaran biaya pada bangunan yang sama akan berbeda-beda di masing-masing daerah, disebabkan karena perbedaan harga bahan dan upah tenaga kerja.

Bedasarkan: Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedradjat pada umumnya terdapat 5 hal pokok yang menjadi pertimbangan dalam perhitungan anggaran biaya pelaksanaan yakni:

#### a. Bahan

Pembuatan daftar harga bahan menjelaskan tentang banyaknya, ukuran, beratnya, dan ukuran lain yang diperlukan. Perhitungan anggaran biaya bahan material didasarkan dari daftar yang telah dibuat oleh quantity surveyor (QS). Harga bahan yang digunakan biasanya harga bahan ditempat pekerjaan sehingga sudah termasuk biaya angkutan/transportasi, biaya menaikkan dan menurunkan, pengepakan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi. Rumus perhitungan biaya material:

$$\text{Biaya Material} = \text{Volume Material} \times \text{Harga Material}$$

Keterangan :

Volume Material = Panjang (m) x Lebar (m) x Tinggi (m)

Harga Material = Berdasarkan Survey Lapangan  
(Rupiah)

#### b. Upah buruh

Perhitungan upah pekerja dipengaruhi oleh berbagai aspek antara lain: kondisi lingkungan pekerjaan, durasi jam

kerja yang ditetapkan untuk tiap pekerjaan ketrampilan, dan keahlian dari pekerja yang akan dipekerjakan. Bila pekerjaan sedang banyak, buruh susah diperoleh, dan pekerjaan mudah diperoleh bagi setiap orang, maka kemungkinan waktu yang diperlukan untuk mengerjakan sesuatu jenis pekerjaan akan lebih panjang dari pada jam rata-rata, dan sebaliknya. Keadaan setempat dan peraturan-peraturan buruh kadang-kadang mempengaruhi besarnya upah, dan upah per jam dapat berubah-ubah tergantung dari musim pekerjaan. Rumus perhitungan biaya pekerja:

*Biaya Pekerja*

$$= \text{Durasi (jumlah jam kerja)} \times \text{Upah Pekerja (upah per jam)}$$

Keterangan :

Durasi = Durasi pekerja / hari (8 jam)

Upah Pekerja = Upah Berdasarkan HSPK 2017

Kota Surabaya

c. Alat-alat konstruksi

Suatu peralatan yang diperlukan untuk pelaksanaan suatu pekerjaan konstruksi meliputi: bangunan-bangunan sementara, mesin-mesin, peralatan tangan. Perhitungan anggaran biaya alat-alat konstruksi berkaitan dengan masa penggunaan alat tersebut, durasi penggunaan alat, dan besarnya volume pekerjaan yang akan diselesaikan dengan alat tersebut. Biaya alat-alat konstruksi juga mencakup biaya sewa alat, biaya pengangkutan alat, biaya pemasangan alat, biaya pemindahan lokasi penempatan alat di lapangan, biaya pembongkaran alat saat pekerjaan sudah selesai, dan biaya operasional alat. Satuan anggaran biaya dari peralatan dapat dipakai per jam dari durasi jam kerja alat tersebut atau dari satuan volume pekerjaan yang dikerjakan oleh alat tersebut. Rumus perhitungan biaya alat berat:

$$\text{Biaya Alat Berat} = \text{Durasi} \times \text{Harga Sewa Alat Berat}$$

Keterangan :

Durasi = Volume / Produktivitas

Harga Sewa Alar Berat = Harga Sewa Berdasarkan  
Survey Lapangan

### 2.11.2. Biaya Tak Langsung

#### a. Biaya Tidak Terduga (Overhead)

Biaya tidak terduga biasanya dibagi menjadi dua bagian yaitu : biaya tidak terduga umum dan biaya tidak terduga proyek. Biaya tidak terduga umum biasanya tidak dapat segera dimasukkan ke suatu jenis pekerjaan dalam proyek itu misalnya : sewa kantor, peralatan kantor dan alat tulis menulis, air, listrik, telepon, pajak, biaya notaris, biaya perjalanan, dan pembelian berbagai macam barang-barang kecil. Yang dapat dimasukkan dalam biaya tidak terduga adalah gaji karyawan. Biaya tidak terduga proyek adalah biaya yang dapat dibebankan kepada proyek tetapi tidak dapat dibebankan kepada biaya bahan-bahan, upah buruh atau biaya alat-alat seperti misalnya : asuransi, telepon yang di pasang di proyek, pembelian tambahan dokumen kontrak pekerjaan, pengukuran(survey), surat-surat izin, honorarium : arsiter dan insinyur, sebagian dari gaji pengawas proyek dan lain sebagainya. Jumlah biaya tidak terduga dapat berkisar antara 12% sampai 30% dari jumlah harga bahanm upah buruh dan ongkos alat-alat atau antara 12% sampai 50% dari upah buruh tergantung dari jenis pekerjaan dan keadaan setempat.

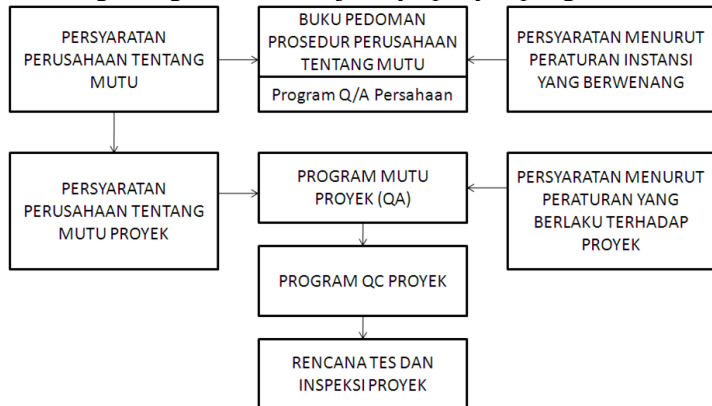
#### b. Keuntungan (Profit)

Biasanya keuntungan dinyatakan dengan prosentase dari jumlah biaya berjumlah sekitar 8 hingga 15%. Untuk proyek kecil biasanya diambil 15%, untuk proyek sedang diambil 12,5% dan untuk proyek besar diambil sekitar 8%. Prosentase ini juga tergantung resiko pekerjaan, kesukaran-

kesukaran yang akan timbul yang tidak tampak, dan dari cara pembayaran dari pemberi pekerjaan.

## 2.12 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.



**Gambar 2. 22** Alur *Quality Control*

### 2.12.1. Beton Ready Mix

Pekerjaan beton dalam proyek pembangunan Gedung Pascasarjana UMM 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 Pascasarjana UMM 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*

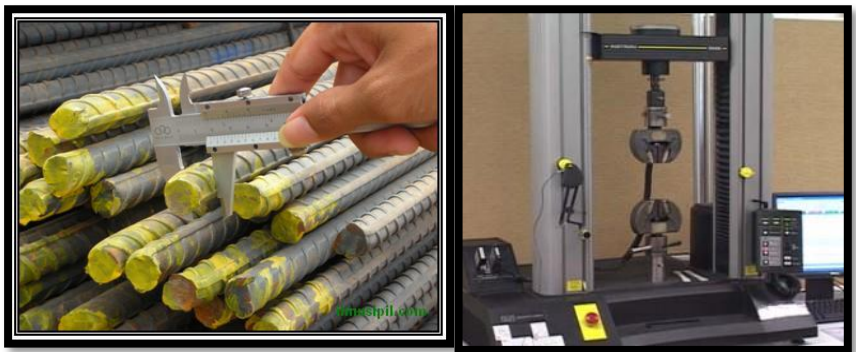
Berdasarkan SNI 2847-2013 pasal 5.6.2, alat yang digunakan untuk *slump test* adalah cetakan dari bahan logam yang tidak lengket dan tidak bereaksi dengan pasta semen. Pada proyek pembangunan Gedung Pascasarjana UMM digunakan beton dengan mutu K-300 hingga K-500 dengan nilai *slump* yang diisyaratkan adalah berkisar  $12 \pm 2$  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.

### 2.12.2. Besi Tulangan

Syarat tulangan pada proyek pembangunan Gedung Pascasarjana UMM yaitu  $F_y$  400 Mpa untuk tulangan geser dan  $F_y$  240 Mpa untuk tulangan lentur. 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. 23** Uji diameter fisik dan Uji tarik  
(Sumber: Referensi Tugas Akhir 2017)

### 2.12.3. 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.

## **2.13 Keselamatan dan Kesehatan Kerja**

### **2.13.1 Umum**

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. 02 Tahun 2018 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. 24** Perlengkapan APD  
 (Sumber: <https://www.kemerahan.id>)

- 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

Warna Keselamatan	Warna Kontras (Simbol atau Tulisan)	Makna
<b>MERAH</b>	<b>PUTIH</b>	Larangan Pemadam Api
<b>KUNING</b>	<b>HITAM</b>	Perhatian / Waspada Potensi Beresiko Bahaya
<b>HIJAU</b>	<b>PUTIH</b>	Zona Aman Pertolongan Pertama
<b>BIRU</b>	<b>PUTIH</b>	Wajib Ditaati
<b>PUTIH</b>	<b>HITAM</b>	Informasi Umum

**Gambar 2. 25** Arti Warna Pada Rambu

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

BENTUK DASAR (KELOMPOK)	ARTI	PENJELASAN
	Bentuk Bulat, dasar warna putih, lingkaran merah, dengan garis 45° miring dari kiri atas ke bawah, logo hitam	Tanda Larangan Contoh: 
	Bentuk Bulat, dasar warna Biru, lingkaran putih, logo atau keterangan gambar warna putih	Tanda Wajib / prasyarat Contoh : 
	Bentuk segitiga, dasar warna kuning garis hitam, dengan logo / gambar warna hitam	Tanda Waspada / Contoh : peringatan 
	Bentuk segi empat, dasar warna hijau, garis luar putih, logo / gambar putih	Tanda pertolongan / Contoh : Arah penyelamatan 

**Gambar 2. 26** Arti Bentuk Pada Rambu

Rambu-rambu ini harus dipasang di tempat yang strategis serta mudah terlihat dan sesuai dengan situasi kerja. Adapun contoh rambu-rambu yang sering dipasang di area 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.



**Gambar 2. 27** Contoh Rambu K3 di Lapangan

- **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 bising.

**10. Pelindung Muka (Face Shield)**

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

- Tersedianya Alat Pelindung Kerja seperti :
  - a. Jaring Pengaman (*Safety Net*)
  - b. Tali Keselamatan (*Life Line*)
  - c. Penahan Jatuh (*Safety Deck*)
  - d. Pagar Pengaman (*Guard Railing*)
  - e. Pembatas Area (*Restricted Area*)



**Gambar 2. 28** Jaring-jaring Pengaman

- Tersedianya Alat Pemadam Kebakaran

Ketersediaan alat pemadam kebakaran sangat penting disediakan di sebuah proyek 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.

### **2.13.2 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.

### **2.13.3 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.

### 2.13.4 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.

### **2.13.5 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.

### **2.13.6 K3 Tower Crane**

Faktor peninjauan sistem K3 pada alat Tower Crane meliputi :

1. Alat berat yang digunakan harus memiliki sertifikat layak pakai.
2. Operator harus yang berpengalaman, mempunyai kondisi fisik yang kuat dan mempunyai sertifikat.
3. Selalu memonitor kabel dan memastikannya supaya tidak terjadi overload.
4. 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.

5. Melakukan pengawasan yang tinggi saat instalasi dan pembongkaran supaya tower crane benar-benar kuat dan kokoh.
6. 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 III METODOLOGI**

### **3.1 Umum**

Metodologi yang digunakan dalam pembahasan permasalahan Tugas Akhir ini untuk meminimalisir biaya dan waktu pelaksanaan sebagai berikut :

1. Rumusan Masalah
2. Pengumpulan Data
3. Pengolahan Data
4. Kesimpulan

### **3.2 Uraian Metodologi**

Uraian metodologi yang digunakan dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan adalah sebagai berikut :

#### **3.2.1 Pengumpulan Data**

Penyusunan Tugas Akhir memerlukan data sebagai acuan/ bahan untuk penyusunan. Data yang diperoleh berupa:

- a. Data Sekunder
  - Buku Referensi
  - Data Proyek
    - o RKS
    - o Gambar Struktur
- b. Data Primer
  - Survey Lapangan
    - o Harga Bahan
    - o Spesifikasi Alat Berat
    - o Harga sewa alat
    - o Upah Pekerja

#### **3.2.2 Pengolahan Data**

Setelah diperoleh data yang dibutuhkan, dilakukan pengolahan data untuk mencapai tujuan awal dari Tugas Akhir Terapan ini.

##### **A. Penyusunan Rincian Item Pekerjaan**

Rincian Pekerjaan ditentukan dan dikelompokan untuk mengetahui batasan – batasan pekerjaan yang akan dihitung. Rincian pekerjaan sebagai berikut.

Pekerjaan Struktur Bawah :

- a. Pemancangan
- b. Pekerjaan Galian
- c. Penkerjaan Pilecap dan Tie Beam

Pekerjaan Struktur Atas

- a. Pekerjaan plat lantai 1
- b. Pekerjaan kolom lantai 1
- c. Pekerjaan balok dan plat lantai 2
- d. Pekerjaan tangga lantai 1
- e. Pekerjaan kolom lantai berikutnya
- f. Pekerjaan balok dan plat lantai berikutnya
- g. Pekerjaan tangga lantai berikutnya
- h. dst

#### **B. Perhitungan Volume Tiap Item Pekerjaan**

Perhitungan volume untuk setiap item pekerjaan struktur digunakan untuk menghitung anggaran biaya dan waktu penjadwaan .

#### **C. Perencanaan Metode Pelaksanaan**

Perencanaan metode Pelaksanaan digunakan untuk menghitung waktu penjadwalan dengan menggunakan metode PDM (Precedence Diagram Method)

#### **D. Menentukan Alat Berat dan Pembagian Jumlah Pekerja**

Menentukan alat berat yang akan digunakan diimbangi dengan mengatur jumlah pekerja yang akan dipekerjakan dalam suatu item pekerjaan tertentu.

#### **E. Melakukan Survey Harga Satuan**

Melakukan survey harga bahan, upah pekerja dan sewa alat untuk menentukan nilai tiap item pekerjaannya.

#### **F. Perhitungan Produktivitas Pekerjaan**

Perhitungan kapasitas tenaga kerja serta perhitungan kapasitas produksi suatu alat.

### **G. Perhitungan Durasi Tiap Pekerjaan**

Dengan melakukan perhitungan durasi lamanya waktu pekerjaan setipa item pekerjaan selesai.

### **H. Perhitungan Biaya Tiap Item Pekerjaan**

Melakukan Perhitungan rencana anggaran biaya yang dibutuhkan dalam pengerjaan proyek

### **I. Network Planning, Bar Chart, Bobot Item pekerjaan dan Kurva S**

Pada tahap ini dilakukan penjadwalan dengan menggunakan network planning yang dibantu dengan aplikasi Microsoft project. Selain, itu penjadwalan juga dilakukan dengan menyusun barchart, didalam barchart terdapat perhitungan bobot per item pekerjaan sehingga akan membentuk diagram kurva S.

### **J. Analisa**

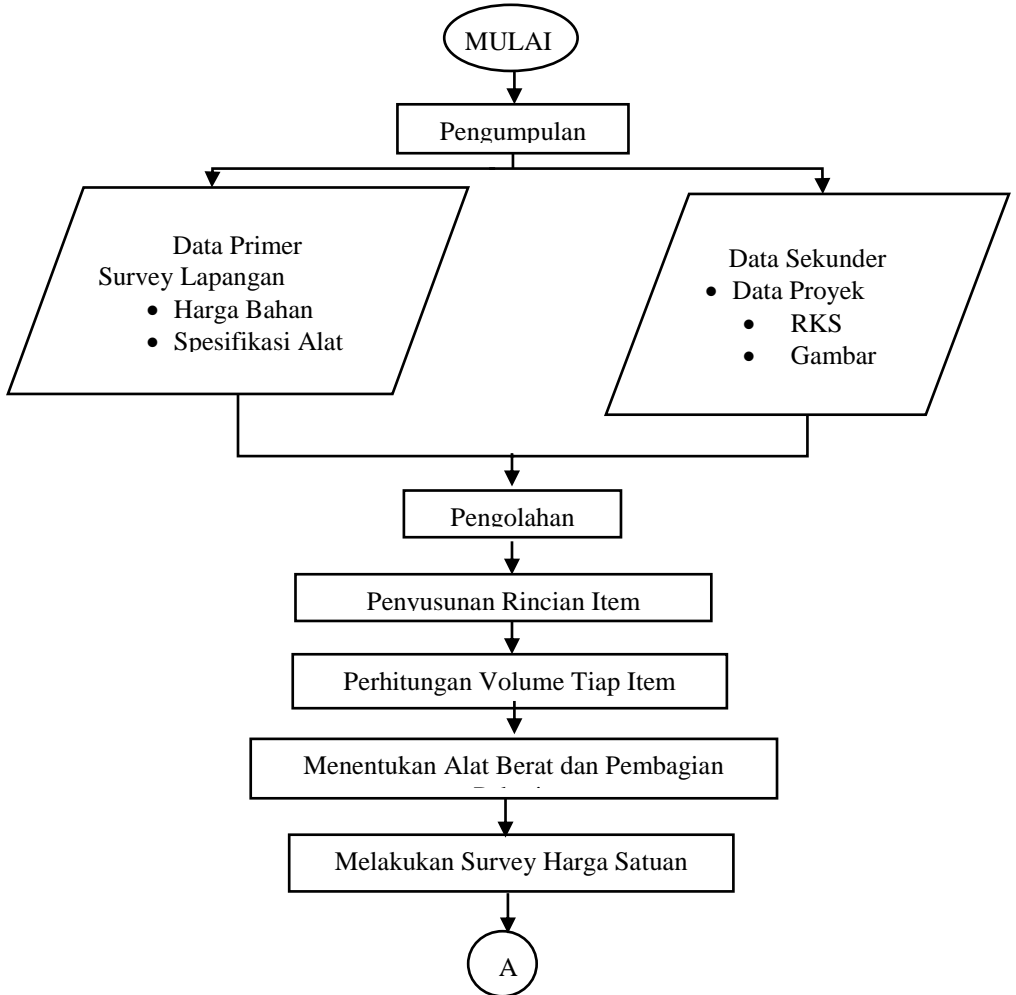
Analisa ini akan menghasilkan perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan (real cost) dan waktu/ durasi pelaksanaan pekerjaan proyek.

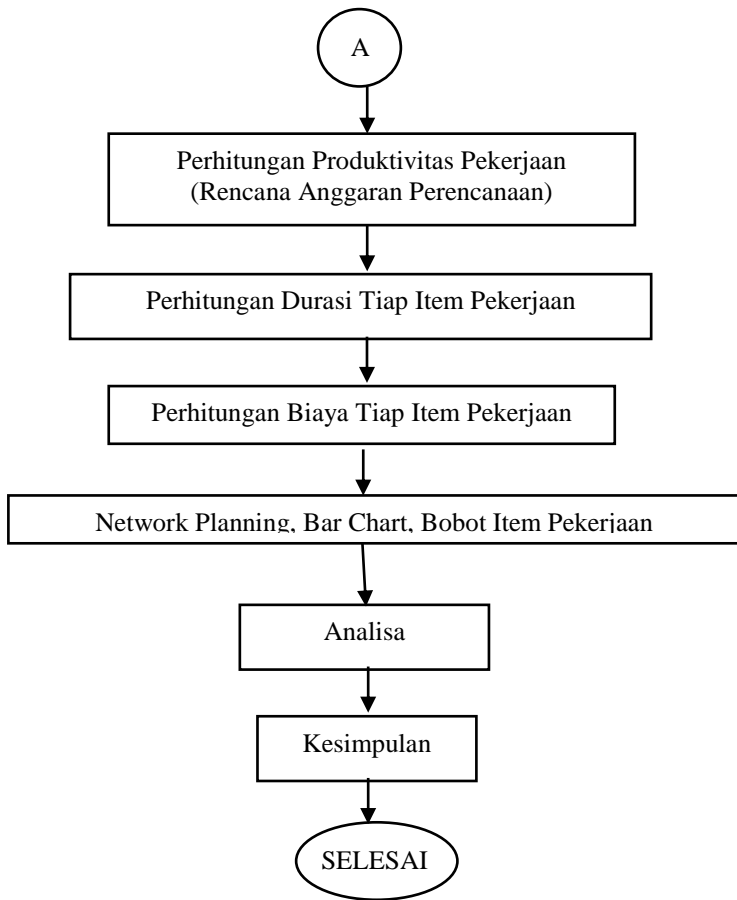
### **K. Kesimpulan**

Dari hasil analisa tersebut, akan disimpulkan biaya yang harus dikeluarkan apabila memilih metode plat half salb.

### 3.3 Flow Chart

*Flow Chart 3.1 Flowchart Metodologi Penyusunan Tugas Akhir*





*“Halaman ini sengaja dikosongkan”*



## BAB IV DATA PROYEK, REKAPITULASI DAN PERENCANAAN

### 4.1 Data Umum Proyek

Data proyek yang dibahas dalam perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada Tugas Akhir ini adalah data-data struktur utama dalam proyek tersebut yang meliputi struktur kolom, shearwall, balok, pelat, dan tangga. Berikut data-data proyek Gedung Kuliah Bersama 4 Universitas Muhammadiyah Malang :

1. Nama Proyek : GKB 4 UMM
2. Alamat Proyek : Jl. Raya Tlogomas No. 246, Babatan, Tegalondo, Kec. Karang Ploso, Kota Malang
3. Struktur Bangunan : Konstruksi beton bertulang

### 4.2 Data Fisik Bangunan

#### 4.2.1 Borepile

**Tabel 4. 1** Jumlah Pondasi Borepile

ZONA 1			
Pilecap/Poer	Borepile tiap Pilecap	n	Jumlah Borepile
FP 1	32	1	32
FP 2	32	1	32
FP 3	24	1	24
FP 4	4	25	100
Jumlah BorePile			188
ZONA 2			
Pilecap/Poer	Borepile tiap Pilecap	n	Jumlah Borepile
FP 3	24	1	24
FP 4	4	16	64
Jumlah BorePile			88

*Sumber : Data Gambar Pondasi Borepile*

#### 4.2.2 Pilecap

**Tabel 4. 2** Jumlah Pilecap

ZONA 1						
Pilecap/Poer	Borepile tiap Pilecap	Dimensi Pilecap (m)			n	$\Sigma$ Borepile
		p	l	t		
FP 1	32	22,6	7,1	1	1	32
FP 2	32	13,6	11,6	1	1	32
FP 3	24	3,6	23,6	1	1	24
FP 4	4	3,6	3,6	1	25	100
ZONA 2						
Pilecap/Poer	Borepile tiap Pilecap	Dimensi (m)			n	$\Sigma$ Borepile
		p	l	t		
FP 3	24	3,6	23,6	1	1	24
FP 4	4	3,6	3,6	1	16	64

*Sumber : Data Gambar Pilecap*

#### 4.2.3 Sloof

**Tabel 4. 3** Jumlah Sloof

ZONA 1				
Sloof	Dimensi Galian Pilecap (m)			n
	b	l	h	
S1	0,5	0,4	1	9
S1	0,5	0,9	1	27
S1	0,5	1,4	1	2
S1	0,5	4,4	1	15
S2	0,15	2,5	0,3	2

S2	0,15	4,5	0,3	1
ZONA 2				
Sloof	Dimensi (m)			n
	p	l	t	
S1	0,5	0,4	1	4
S1	0,5	0,9	1	20
S1	0,5	4,4	1	8
S2	0,15	4,5	0,3	1

*Sumber : Data Gambar Sloof*

#### 4.2.4 Kolom

**Tabel 4. 4** Jumlah Kolom

ZONA 1				
Kolom	Dimensi Galian Pilecap (m)			n
	p	l	h	
Lantai Basement				
K1	0,9	0,7	5,5	43
K2	0,5	0,5	5,5	4
Lantai 1 - 5				
K1	0,9	0,7	4	43
K2	0,5	0,5	4	4
Lantai 6 - 9				
K1	0,9	0,7	4	43
K2	0,5	0,5	4	4
ZONA 2				
Kolom	Dimensi (m)			n
	p	l	t	
Lantai Basement				
K1	0,9	0,7	5,5	20
Lantai 1 - 5				
K1	0,9	0,7	4	20
Lantai 6 - 9				
K1	0,9	0,7	4	20

*Sumber : Data Gambar Kolom*

#### 4.2.5 Balok

**Tabel 4. 5** Jumlah Balok

Tipe	ZONA 1			ZONA 2		
	Dimensi (m)			Dimensi (m)		
	B	H	L	B	H	L
B1	Lantai 1 - 5			Lantai 1 - 5		
	0,4	0,8	210,5	0,4	0,8	15
	Lantai 6 - 9			Lantai 6 - 9		
	0,4	0,8	33	0,4	0,8	15
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,4	0,8	8	0,4	0,8	3
B2	Lantai 1 - 5			Lantai 1 - 5		
	0,4	0,6	42	0,4	0,6	20
	Lantai 6 - 9			Lantai 6 - 9		
	0,4	0,6	42	0,4	0,6	20
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,4	0,6	24	0,4	0,6	10
B3	Lantai 1 - 5			Lantai 1 - 5		
	0,3	0,4	197,5	0,3	0,4	105,5
	Lantai 6 - 9			Lantai 6 - 9		
	0,3	0,4	197,5	0,3	0,4	105,5
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,3	0,4	20	0,3	0,4	0
B4	Lantai 1 - 5			Lantai 1 - 5		
	0,2	0,3	35,32	0,2	0,3	0
	Lantai 6 - 9			Lantai 6 - 9		
	0,2	0,3	35,32	0,2	0,3	0
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,2	0,3	9	0,2	0,3	0

B5	Lantai 1 - 5			Lantai 1 - 5		
	0,15	0,25	29,5	0,15	0,25	0
	Lantai 6 - 9			Lantai 6 - 9		
	0,15	0,25	29,5	0,15	0,25	0
	Lantai Atap			Lantai Atap		
	0,15	0,25	0	0,15	0,25	0

*Sumber : Data Gambar Balok*

#### 4.2.6 Pelat Precast

**Tabel 4. 6** Jumlah Precast

No	Tipe plat	Jumlah Tiap Tipe Panel	Ukuran Panel			Jumlah Panel 9 lantai
			Lx (m)	Ly (m)	tb (m)	
<b>ZONA 1</b>						
1	P1	18	4,10	1,11	0,08	162
2	P2	6	3,95	1,11	0,08	54
3	P3	6	4,10	1,03	0,08	54
4	P4	2	3,95	1,03	0,08	18
5	P5	6	4,10	1,16	0,08	54
6	P6	2	3,95	1,16	0,08	18
7	P7	6	4,10	0,97	0,08	54
8	P8	2	3,95	0,97	0,08	18
9	P9	6	4,10	1,90	0,08	54
10	P10	2	3,95	1,83	0,08	18
Total Volume Plat Precast						504
<b>ZONA 2</b>						
1	P1	18	4,10	1,11	0,08	162
2	P2	6	3,95	1,11	0,08	54
3	P3	6	4,10	1,03	0,08	54
4	P4	2	3,95	1,03	0,08	18
5	P5	6	4,10	1,16	0,08	54
6	P6	2	3,95	1,16	0,08	18
7	P7	6	4,10	0,97	0,08	54

8	P8	2	3,95	0,97	0,08	18
9	P9	6	4,10	1,90	0,08	54
10	P10	2	3,95	1,83	0,08	18
Total Volume Plat Precast						504

*Sumber : Data Gambar Precast*

### 4.3 Rekapitulasi Volume

**Tabel 4. 7** Rekepitulasi Volume Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	Volume	Satuan
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>		
I.1	Pemagaran	3.619,8	m
I.2	Uitzet & Bowplank	1.408,0	m
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH</b>		
II.1	Galian Basement, Pilecap, Sloof	11.242,2	m3
II.2	Pondasi Batukali	1.435,1	m3
II.3	Pengeboran BorePile Zona 1	188	Titik
II.4	Pengeboran BorePile Zona 2	88	Titik
II.5	Fabrikasi Besi BorePile Zona 1	291.852,0	kg
II.6	Fabrikasi Besi BorePile Zona 2	136.611,6	kg
II.7	Pasang Besi BorePile Zona 1	291.852,0	kg
II.8	Pasang Besi BorePile Zona 2	136.611,6	kg
II.9	Pengecoran BorePile Zona 1	1.945,4	m3
II.10	Pengecoran BorePile Zona 2	910,6	m3
II.11	Urugan Pasir Bawah Pile Cap	140,3	m3
II.12	Fabrikasi Besi PileCap & Sloof Zona 1	106.797,8	kg
II.13	Fabrikasi Besi PileCap & Sloof Zona 2	50.848,7	kg
II.14	Bekisting PileCap & Sloof Zona 1	705,8	m2
II.15	Bekisting PileCap & Sloof Zona 2	386,6	m2
II.16	Pasang Besi PileCap & Sloof Zona 1	106.797,8	kg
II.17	Pasang Besi PileCap & Sloof Zona 2	50.848,7	kg
II.18	Pengecoran PileCap & Sloof Zona 1	1.006,1	m3

II.19	Pengecoran PileCap & Sloof Zona 2	419,4	m3
II.20	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	44.571,2	kg
II.21	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	22.717,3	kg
II.22	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	1.010,0	m2
II.23	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	530,6	m2
II.24	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	44.571,2	kg
II.25	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	22.717,3	kg
II.26	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	44.571,2	m2
II.27	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	22.717,3	m2
II.28	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	130,2	m3
II.29	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	57,2	m3
II.30	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	#REF!	m2
II.31	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	#REF!	m2
II.32	Urugan Pasir 10 cm	526,0	m3
II.33	Pengecoran Lt. Basement Zona 1	77,9	m3
II.34	Pengecoran Lt. Basement Zona 2	53,7	m3
<b>III</b>	<b>Struktur Lantai 1</b>		
III.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 1 Zona 1	1.048,4	m2
III.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 1 Zona 2	489,0	m2
III.3	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 1 Zona 1	414,0	m2
III.4	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 1 Zona 2	62,2	m2

III.5	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 1	85,0	m2
III.6	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 2	22,6	m2
III.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 1 Zona 1	1.048,4	m2
III.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 1 Zona 2	489,0	m2
III.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 1 Zona 1	414,0	m2
III.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 1 Zona 2	62,2	m2
III.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 1	85,0	m2
III.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 2	22,6	m2
III.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 1 Zona 1	46.355,0	kg
III.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 1 Zona 2	21.979,0	kg
III.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 1 Zona 1	8.629,9	kg
III.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 1 Zona 2	2.033,1	kg
III.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. Basement Zona 1	13.400,6	kg
III.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. Basement Zona 2	3.703,4	kg
III.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 1 Zona 1	56,0	buah
III.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 1 Zona 2	56,0	buah
III.21	Pasang Besi Balok Lt. 1 Zona 1	46.355,0	kg
III.22	Pasang Besi Balok Lt. 1 Zona 2	21.979,0	kg
III.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 1 Zona 1	56,0	buah
III.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 1 Zona 2	56,0	buah
III.25	Pasang Besi Plat Lt. 1 Zona 1	8.629,9	kg
III.26	Pasang Besi Plat Lt. 1 Zona 2	2.033,1	kg
III.27	Pasang Besi Tangga Lt. Basement Zona 1	13.400,6	kg



III.28	Pasang Besi Tangga Lt. Basement Zona 2	3.703,4	kg
III.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.1 ; Tangga Lt. Basement Zona 1	160,1	m3
III.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.1 ; Tangga Lt. Basement Zona 2	65,2	m3
III.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 1 Zona 1	1.048,4	m2
III.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 1 Zona 2	489,0	m2
III.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 1 Zona 1	414,0	m2
III.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 1 Zona 2	62,2	m2
III.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 1	85,0	m2
III.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 2	22,6	m2
III.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	38.185,3	kg
III.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	14.114,3	kg
III.39	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	810,8	m2
III.40	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	415,4	m2
III.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	85,0	kg
III.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	22,6	kg
III.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	85,0	m2
III.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	415,4	m2
III.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	120,6	kg

III.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	53,0	kg
III.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	85,0	m2
III.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	22,6	m2
<b>IV</b>	<b>Struktur Lantai 2</b>		
IV.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 2 Zona 1	1.048,4	m2
IV.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 2 Zona 2	489,0	m2
IV.3	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 2 Zona 1	414,0	m2
IV.4	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 2 Zona 2	62,2	m2
IV.5	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 1	85,0	m2
IV.6	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 2	22,6	m2
IV.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 2 Zona 1	1.048,4	m2
IV.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 2 Zona 2	489,0	m2
IV.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 2 Zona 1	414,0	m2
IV.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 2 Zona 2	62,2	m2
IV.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 1	85,0	m2
IV.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 2	22,6	m2
IV.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 2 Zona 1	46.355,0	kg
IV.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 2 Zona 2	21.979,0	kg
IV.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 2 Zona 1	8.629,9	kg
IV.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 2 Zona 2	2.033,1	kg
IV.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 1 Zona 1	13.400,6	kg

IV.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 1 Zona 2	3.703,4	kg
IV.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 2 Zona 1	56,0	buah
IV.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 2 Zona 2	56,0	buah
IV.21	Pasang Besi Balok Lt. 2 Zona 1	46.355,0	kg
IV.22	Pasang Besi Balok Lt. 2 Zona 2	21.979,0	kg
IV.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 2 Zona 1	56,0	buah
IV.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 2 Zona 2	56,0	buah
IV.25	Pasang Besi Plat Lt. 2 Zona 1	8.629,9	kg
IV.26	Pasang Besi Plat Lt. 2 Zona 2	2.033,1	kg
IV.27	Pasang Besi Tangga Lt. 1 Zona 1	13.400,6	kg
IV.28	Pasang Besi Tangga Lt. 1 Zona 2	3.703,4	kg
IV.29	Pegecoran Balok & Plat Overtopping Lt.2 ; Tangga Lt. 1 Zona 1	160,1	m3
IV.30	Pegecoran Balok & Plat Overtopping Lt.2 ; Tangga Lt. 1 Zona 2	65,2	m3
IV.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 2 Zona 1	1.048,4	m2
IV.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 2 Zona 2	489,0	m2
IV.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 2 Zona 1	414,0	m2
IV.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 2 Zona 2	62,2	m2
IV.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 1	85,0	m2
IV.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 2	22,6	m2
IV.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	38.185,3	kg
IV.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	14.114,3	kg

IV.39	Reparasi Bekisting (50%) Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	810,8	m2
IV.40	Reparasi Bekisting (50%) Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	415,4	m2
IV.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	85,0	kg
IV.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	22,6	kg
IV.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	810,8	m2
IV.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	415,4	m2
IV.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	120,6	kg
IV.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	53,0	kg
IV.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	810,8	m2
IV.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	415,4	m2
<b>V</b>	<b>Struktur Lantai 3</b>		
V.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 3 Zona 1	1.048,4	m2
V.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 3 Zona 2	489,0	m2
V.3	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 3 Zona 1	414,0	m2
V.4	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 3 Zona 2	62,2	m2
V.5	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 1	85,0	m2
V.6	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 2	22,6	m2
V.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 3 Zona 1	1.048,4	m2
V.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 3 Zona 2	489,0	m2

V.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 3 Zona 1	414,0	m2
V.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 3 Zona 2	62,2	m2
V.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 1	85,0	m2
V.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 2	22,6	m2
V.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 3 Zona 1	46.355,0	kg
V.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 3 Zona 2	21.979,0	kg
V.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 3 Zona 1	8.629,9	kg
V.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 3 Zona 2	2.033,1	kg
V.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 2 Zona 1	13.400,6	kg
V.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 2 Zona 2	3.703,4	kg
V.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 3 Zona 1	56,0	buah
V.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 3 Zona 2	56,0	buah
V.21	Pasang Besi Balok Lt. 3 Zona 1	46.355,0	kg
V.22	Pasang Besi Balok Lt. 3 Zona 2	21.979,0	kg
V.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 3 Zona 1	56,0	buah
V.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 3 Zona 2	56,0	buah
IV.25	Pasang Besi Plat Lt. 3 Zona 1	8.629,9	kg
IV.26	Pasang Besi Plat Lt. 3 Zona 2	2.033,1	kg
V.25	Pasang Besi Tangga Lt. 2 Zona 1	13.400,6	kg
V.26	Pasang Besi Tangga Lt. 2 Zona 2	3.703,4	kg
V.27	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.3 ; Tangga Lt. 2 Zona 1	160,1	m3
V.28	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.3 ; Tangga Lt. 2 Zona 2	65,2	m3
V.29	Bongkar Bekisting Balok Lt. 3 Zona 1	1.048,4	m2

V.30	Bongkar Bekisting Balok Lt. 3 Zona 2	489,0	m2
V.31	Bongkar Bekisting Plat Lt. 3 Zona 1	414,0	m2
V.32	Bongkar Bekisting Plat Lt. 3 Zona 2	62,2	m2
V.33	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 1	85,0	m2
V.34	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 2	22,6	m2
V.35	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	38.185,3	kg
V.36	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	14.114,3	kg
V.37	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	810,8	m2
V.38	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	415,4	m2
V.39	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	810,8	m2
V.40	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	415,4	m2
V.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	38.185,3	kg
V.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	14.114,3	kg
V.43	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	120,6	kg
V.44	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	53,0	kg
V.45	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	810,8	m2
V.46	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	415,4	m2
<b>VI</b>	<b>Struktur Lantai 4</b>		
VI.1	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 4 Zona 1	1.048,4	m2

VI.2	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 4 Zona 2	489,0	m2
VI.3	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 4 Zona 1	414,0	m2
VI.4	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 4 Zona 2	62,2	m2
VI.5	Reparasi Bekisting (20%) Tangga Lt. 3 Zona 1	85,0	m2
VI.6	Reparasi Bekisting (20%) Tangga Lt. 3 Zona 2	22,6	m2
VI.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 4 Zona 1	1.048,4	m2
VI.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 4 Zona 2	489,0	m2
VI.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 4 Zona 1	414,0	m2
VI.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 4 Zona 2	62,2	m2
VI.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 3 Zona 1	85,0	m2
VI.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 3 Zona 2	22,6	m2
VI.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 4 Zona 1	46.355,0	kg
VI.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 4 Zona 2	21.979,0	kg
VI.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 4 Zona 1	8.629,9	kg
VI.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 4 Zona 2	2.033,1	kg
VI.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 3 Zona 1	13.400,6	kg
VI.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 3 Zona 2	3.703,4	kg
VI.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 4 Zona 1	56,0	buah
VI.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 4 Zona 2	56,0	buah
VI.21	Pasang Besi Balok Lt. 4 Zona 1	46.355,0	kg
VI.22	Pasang Besi Balok Lt. 4 Zona 2	21.979,0	kg
VI.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 4 Zona 1	56,0	buah

VI.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 4 Zona 2	56,0	buah
VI.25	Pasang Besi Plat Lt. 4 Zona 1	8.629,9	kg
VI.26	Pasang Besi Plat Lt. 4 Zona 2	2.033,1	kg
VI.27	Pasang Besi Tangga Lt. 3 Zona 1	13.400,6	kg
VI.28	Pasang Besi Tangga Lt. 3 Zona 2	3.703,4	kg
VI.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.4 ; Tangga Lt. 3 Zona 1	65,2	m3
VI.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.4 ; Tangga Lt. 3 Zona 2	127,5	m3
VI.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 4 Zona 1	1.048,4	m2
VI.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 4 Zona 2	489,0	m2
VI.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 4 Zona 1	414,0	m2
VI.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 4 Zona 2	62,2	m2
VI.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 3 Zona 1	85,0	m2
VI.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 3 Zona 2	22,6	m2
VI.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	38.185,3	kg
VI.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	14.114,3	kg
VI.39	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	810,8	m2
VI.40	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	415,4	m2
VI.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	85,0	kg
VI.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	22,6	kg
VI.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	85,0	m2



VI.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	415,4	m2
VI.45	Pegecoran Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	120,6	kg
VI.46	Pegecoran Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	53,0	kg
VI.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	85,0	m2
VI.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	22,6	m2
<b>VII</b>	<b>Struktur Lantai 5</b>		
VII.1	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 5 Zona 1	1.048,4	m2
VII.2	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 5 Zona 2	489,0	m2
VII.3	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 5 Zona 1	414,0	m2
VII.4	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 5 Zona 2	62,2	m2
VII.5	Reparasi Bekisting (20%) Tangga Lt. 4 Zona 1	85,0	m2
VII.6	Reparasi Bekisting (20%) Tangga Lt. 4 Zona 2	22,6	m2
VII.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 5 Zona 1	1.048,4	m2
VII.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 5 Zona 2	489,0	m2
VII.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 5 Zona 1	414,0	m2
VII.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 5 Zona 2	62,2	m2
VII.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 4 Zona 1	85,0	m2
VII.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 4 Zona 2	22,6	m2
VII.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 5 Zona 1	46.355,0	kg
VII.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 5 Zona 2	21.979,0	kg
VII.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 5 Zona 1	8.629,9	kg

VII.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 5 Zona 2	2.033,1	kg
VII.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 4 Zona 1	13.400,6	kg
VII.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 4 Zona 2	3.703,4	kg
VII.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 5 Zona 1	56,0	buah
VII.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 5 Zona 2	56,0	buah
VII.21	Pasang Besi Balok Lt. 5 Zona 1	46.355,0	kg
VII.22	Pasang Besi Balok Lt. 5 Zona 2	21.979,0	kg
VII.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 5 Zona 1	56,0	buah
VII.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 5 Zona 2	56,0	buah
VII.25	Pasang Besi Plat Lt. 5 Zona 1	8.629,9	kg
VII.26	Pasang Besi Plat Lt. 5 Zona 2	2.033,1	kg
VII.27	Pasang Besi Tangga Lt. 4 Zona 1	13.400,6	kg
VII.28	Pasang Besi Tangga Lt. 4 Zona 2	3.703,4	kg
VII.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.5 ; Tangga Lt. 4 Zona 1	1,0	m3
VII.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.5 ; Tangga Lt. 4 Zona 2	1,0	m3
VII.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 5 Zona 1	1.048,4	m2
VII.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 5 Zona 2	489,0	m2
VII.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 5 Zona 1	414,0	m2
VII.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 5 Zona 2	62,2	m2
VII.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 4 Zona 1	85,0	m2
VII.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 4 Zona 2	22,6	m2

VII.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	38.185,3	kg
VII.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	14.114,3	kg
VII.39	Reparasi Bekisting (50%) Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	810,8	m2
VII.40	Reparasi Bekisting (50%) Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	415,4	m2
VII.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	85,0	kg
VII.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	22,6	kg
VII.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	810,8	m2
VII.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	415,4	m2
VII.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	120,6	kg
VII.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	53,0	kg
VII.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	810,8	m2
VII.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	415,4	m2
<b>VIII</b>	<b>Struktur Lantai 6</b>		
VIII.1	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 6 Zona 1	1.048,4	m2
VIII.2	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 6 Zona 2	489,0	m2
VIII.3	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 6 Zona 1	414,0	m2
VIII.4	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 6 Zona 2	62,2	m2
VIII.5	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 5 Zona 1	85,0	m2
VIII.6	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 5 Zona 2	22,6	m2

VIII.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 6 Zona 1	1.048,4	m2
VIII.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 6 Zona 2	489,0	m2
VIII.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 6 Zona 1	414,0	m2
VIII.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 6 Zona 2	62,2	m2
VIII.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 5 Zona 1	85,0	m2
VIII.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 5 Zona 2	22,6	m2
VIII.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 6 Zona 1	32.646,0	kg
VIII.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 6 Zona 2	21.979,0	kg
VIII.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 6 Zona 1	8.629,9	kg
VIII.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 6 Zona 2	2.033,1	kg
VIII.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 5 Zona 1	13.400,6	kg
VIII.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 5 Zona 2	3.703,4	kg
VIII.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 6 Zona 1	56,0	buah
VIII.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 6 Zona 2	56,0	buah
VIII.21	Pasang Besi Balok Lt. 6 Zona 1	32.646,0	kg
VIII.22	Pasang Besi Balok Lt. 6 Zona 2	21.979,0	kg
VIII.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 6 Zona 1	56,0	buah
VIII.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 6 Zona 2	56,0	buah
VIII.25	Pasang Besi Plat Lt. 6 Zona 1	8.629,9	kg
VIII.26	Pasang Besi Plat Lt. 6 Zona 2	2.033,1	kg
VIII.27	Pasang Besi Tangga Lt. 5 Zona 1	13.400,6	kg
VIII.28	Pasang Besi Tangga Lt. 5 Zona 2	3.703,4	kg
VIII.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.6 ; Tangga Lt. 5 Zona 1	127,5	m3

VIII.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.6 ; Tangga Lt. 5 Zona 2	58,8	m3
VIII.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 6 Zona 1	1.048,4	m2
VIII.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 6 Zona 2	489,0	m2
VIII.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 6 Zona 1	414,0	m2
VIII.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 6 Zona 2	62,2	m2
VIII.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 5 Zona 1	85,0	m2
VIII.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 5 Zona 2	22,6	m2
VIII.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	34.615,3	kg
VIII.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	15.231,3	kg
VIII.39	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	810,8	m2
VIII.40	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	415,4	m2
VIII.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	34.615,3	kg
VIII.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	15.231,3	kg
VIII.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	34.615,3	m2
VIII.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	15.231,3	m2
VIII.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	121,1	kg
VIII.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	53,1	kg
VIII.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	34.615,3	m2

VIII.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	15.231,3	m2
<b>IX</b>	<b>Struktur Lantai 7</b>		
IX.1	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 7 Zona 1	1.048,4	m2
IX.2	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 7 Zona 2	489,0	m2
IX.3	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 7 Zona 1	414,0	m2
IX.4	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 7 Zona 2	62,2	m2
IX.5	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 6 Zona 1	85,0	m2
IX.6	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 6 Zona 2	22,6	m2
IX.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 7 Zona 1	1.048,4	m2
IX.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 7 Zona 2	489,0	m2
IX.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 7 Zona 1	414,0	m2
IX.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 7 Zona 2	62,2	m2
IX.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 6 Zona 1	85,0	m2
IX.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 6 Zona 2	22,6	m2
IX.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 7 Zona 1	32.646,0	kg
IX.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 7 Zona 2	21.979,0	kg
IX.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 7 Zona 1	8.629,9	kg
IX.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 7 Zona 2	2.033,1	kg
IX.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 6 Zona 1	13.400,6	kg
IX.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 6 Zona 2	3.703,4	kg
IX.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 7 Zona 1	56,0	buah

IX.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 7 Zona 2	56,0	buah
IX.21	Pasang Besi Balok Lt. 7 Zona 1	32.646,0	kg
IX.22	Pasang Besi Balok Lt. 7 Zona 2	21.979,0	kg
IX.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 7 Zona 1	56,0	buah
IX.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 7 Zona 2	56,0	buah
IX.25	Pasang Besi Plat Lt. 7 Zona 1	8.629,9	kg
IX.26	Pasang Besi Plat Lt. 7 Zona 2	2.033,1	kg
IX.27	Pasang Besi Tangga Lt. 6 Zona 1	13.400,6	kg
IX.28	Pasang Besi Tangga Lt. 6 Zona 2	3.703,4	kg
IX.29	Pegecoran Balok & Plat Overtopping Lt.7 ; Tangga Lt. 6 Zona 1	127,5	m3
IX.30	Pegecoran Balok & Plat Overtopping Lt.7 ; Tangga Lt. 6 Zona 2	58,8	m3
IX.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 7 Zona 1	1.048,4	m2
IX.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 7 Zona 2	489,0	m2
IX.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 7 Zona 1	414,0	m2
IX.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 7 Zona 2	62,2	m2
IX.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 6 Zona 1	85,0	m2
IX.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 6 Zona 2	22,6	m2
IX.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	34.615,3	kg
IX.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	15.231,3	kg
IX.39	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	810,8	m2
IX.40	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	415,4	m2

IX.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	34.615,3	kg
IX.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	15.231,3	kg
IX.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	34.615,3	m2
IX.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	415,4	m2
IX.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	121,1	kg
IX.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	53,1	kg
IX.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	34.615,3	m2
IX.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	15.231,3	m2
<b>X</b>	<b>Struktur Lantai 8</b>		
X.1	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 8 Zona 1	1.048,4	m2
X.2	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 8 Zona 2	489,0	m2
X.3	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 8 Zona 1	414,0	m2
X.4	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 8 Zona 2	62,2	m2
X.5	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 7 Zona 1	85,0	m2
X.6	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 7 Zona 2	22,6	m2
X.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 8 Zona 1	1.048,4	m2
X.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 8 Zona 2	489,0	m2
X.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 8 Zona 1	414,0	m2
X.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 8 Zona 2	62,2	m2



X.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 7 Zona 1	85,0	m2
X.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 7 Zona 2	22,6	m2
X.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 8 Zona 1	32.646,0	kg
X.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 8 Zona 2	21.979,0	kg
X.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 8 Zona 1	8.629,9	kg
X.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 8 Zona 2	2.033,1	kg
X.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 7 Zona 1	13.400,6	kg
X.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 7 Zona 2	3.703,4	kg
X.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 8 Zona 1	56,0	buah
X.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 8 Zona 2	56,0	buah
X.21	Pasang Besi Balok Lt. 8 Zona 1	32.646,0	kg
X.22	Pasang Besi Balok Lt. 8 Zona 2	21.979,0	kg
X.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 8 Zona 1	56,0	buah
X.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 8 Zona 2	56,0	buah
X.25	Pasang Besi Plat Lt. 8 Zona 1	8.629,9	kg
X.26	Pasang Besi Plat Lt. 8 Zona 2	2.033,1	kg
X.27	Pasang Besi Tangga Lt. 7 Zona 1	13.400,6	kg
X.28	Pasang Besi Tangga Lt. 7 Zona 2	3.703,4	kg
X.29	Pegecoran Balok & Plat Overtopping Lt.8 ; Tangga Lt. 7 Zona 1	127,5	m3
X.30	Pegecoran Balok & Plat Overtopping Lt.8 ; Tangga Lt. 7 Zona 2	58,8	m3
X.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 8 Zona 1	1.048,4	m2
X.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 8 Zona 2	489,0	m2
X.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 8 Zona 1	414,0	m2

X.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 8 Zona 2	62,2	m2
X.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 7 Zona 1	85,0	m2
X.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 7 Zona 2	22,6	m2
X.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	34.615,3	kg
X.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	15.231,3	kg
X.39	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	810,8	m2
X.40	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	415,4	m2
X.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	34.615,3	kg
X.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	15.231,3	kg
X.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	34.615,3	m2
X.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	15.231,3	m2
X.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	121,1	kg
X.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	53,1	kg
X.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	34.615,3	m2
X.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	15.231,3	m2
<b>XI</b>	<b>Struktur Lantai 9</b>		
XI.1	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 9 Zona 1	1.048,4	m2
XI.2	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 9 Zona 2	489,0	m2
XI.3	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 9 Zona 1	414,0	m2

XI.4	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 9 Zona 2	62,2	m2
XI.5	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 8 Zona 1	85,0	m2
XI.6	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 8 Zona 2	22,6	m2
XI.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 9 Zona 1	1.048,4	m2
XI.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 9 Zona 2	489,0	m2
XI.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 9 Zona 1	414,0	m2
XI.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 9 Zona 2	62,2	m2
XI.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 8 Zona 1	85,0	m2
XI.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 8 Zona 2	22,6	m2
XI.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 9 Zona 1	32.646,0	kg
XI.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 9 Zona 2	21.979,0	kg
XI.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 9 Zona 1	8.629,9	kg
XI.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 9 Zona 2	2.033,1	kg
XI.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 8 Zona 1	13.400,6	kg
XI.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 8 Zona 2	3.703,4	kg
XI.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 9 Zona 1	56,0	buah
XI.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 9 Zona 2	56,0	buah
XI.21	Pasang Besi Balok Lt. 9 Zona 1	32.646,0	kg
XI.22	Pasang Besi Balok Lt. 9 Zona 2	21.979,0	kg
XI.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 9 Zona 1	56,0	buah
XI.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 9 Zona 2	56,0	buah
XI.25	Pasang Besi Plat Lt. 9 Zona 1	8.629,9	kg
XI.26	Pasang Besi Plat Lt. 9 Zona 2	2.033,1	kg

XI.27	Pasang Besi Tangga Lt. 8 Zona 1	13.400,6	kg
XI.28	Pasang Besi Tangga Lt. 8 Zona 2	3.703,4	kg
XI.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.9 ; Tangga Lt. 8 Zona 1	127,5	m3
XI.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.9 ; Tangga Lt. 8 Zona 2	58,8	m3
XI.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 9 Zona 1	1.048,4	m2
XI.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 9 Zona 2	489,0	m2
XI.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 9 Zona 1	414,0	m2
XI.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 9 Zona 2	62,2	m2
XI.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 8 Zona 1	85,0	m2
XI.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 8 Zona 2	22,6	m2
XI.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	24.063,9	kg
XI.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	12.716,5	kg
XI.39	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	810,8	m2
XI.40	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	415,4	m2
XI.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	24.063,9	kg
XI.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	12.716,5	kg
XI.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	24.063,9	m2
XI.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	415,4	m2
XI.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	85,4	kg

XI.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	44,6	kg
XI.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	24.063,9	m2
XI.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	12.716,5	m2
XII	PEKERJAAN ATAP		
XII.1	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. Atap Zona 1	338,2	m2
XII.2	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. Atap Zona 2	128,4	m2
XII.3	Pasang Bekisting Balok Lt. Atap Zona 1	338,2	m2
XII.4	Pasang Bekisting Balok Lt. Atap Zona 2	128,4	m2
XII.5	Fabrikasi Besi Balok Lt. Atap Zona 1	32.646,0	kg
XII.6	Fabrikasi Besi Balok Lt. Atap Zona 2	21.979,0	kg
XII.7	Pasang Besi Balok Lt. Atap Zona 1	32.646,0	kg
XII.8	Pasang Besi Balok Lt. Atap Zona 2	21.979,0	kg
XII.9	Pengecoran Balok Lt. Atap Zona 1	36,5	m3
XII.10	Pengecoran Balok Lt. Atap Zona 2	14,9	m3
XII.11	Bongkar Bekisting Balok Lt. Atap Zona 1	338,2	m2
XII.12	Bongkar Bekisting Balok Lt. Atap Zona 2	128,4	m2
XII.13	Pasang Kolom WF 400.200.11 Zona 1	2.021,8	kg
XII.14	Pasang Kolom WF 400.200.11 Zona 2	1.383,3	kg
XII.15	Pasang Kuda-Kuda WF 400.200.7.11 Zona 1	10.079,3	kg
XII.16	Pasang Kuda-Kuda WF 400.200.7.11 Zona 2	6.683,3	kg

XII.17	Pasang Double G CNP 200.75.20.3,2 Zona 1	11.562,8	kg
XII.18	Pasang Double G CNP 200.75.20.3,2 Zona 2	11.984,6	kg
<b>XIII</b>	<b>SEWA TC &amp; SCAFFOLDING</b>		
XIII.1	Sewa Tower Crane	2	buah
XIII.2	Sewa Scaffolding	2.623	Set

#### 4.4 Perencanaan Halfslab

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 :

1. Penumpukan Halfslab
2. Saat Pengangkatan
3. Saat Sebelum Komposit
4. Saat Setelah Komposit

##### 4.4.1 Data Perencanaan Dimensi Halfslab

Berdasarkan denah pelat yang ada, direncanakan ada 10 tipe pelat dengan rincian 10 tipe pelat one way. Berikut adalah rekapitulasi tipe pelat

**Tabel 4. 8** Rekapitulasi sistem plat

Tipe plat	Dimensi (mm)	Jumlah Tiap Tipe Panel	Sistem Plat
P1	4100 x 1114	18	One Way
P2	3950 x 1114	6	
P3	4100 x 1030	6	
P4	3950 x 1030	2	
P5	4100 x 1160	6	
P6	3950 x 1160	2	
P7	4100 x 970	6	
P8	3950 x 970	2	

P9	4100 x 1900	6	
P10	4100 x 1830	2	

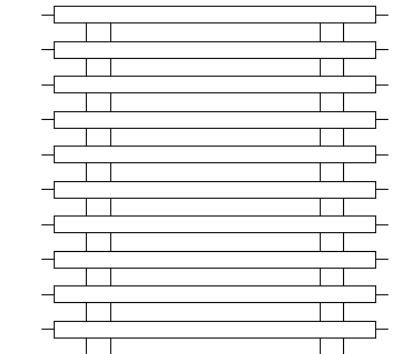
#### 4.4.1 Penumpukan Halfslab

##### 1. Kontrol Penumpukan Half Slab

Untuk contoh perhitungan kontrol yang dilakukan diambil satu type jenis tulangan 1 arah, type P9 :

$$\begin{aligned} L_x &= 1,9 \text{ m} \\ L_y &= 4,1 \text{ m} \\ \text{Tebal precast} &= 0.08 \text{ m} \\ F_c' &= 30 \text{ Mpa} \\ \text{Tulangan} &= \text{D12-200} \end{aligned}$$

Precast dikirim ke lokasi proyek pada saat beton berumur 7 hari. Tujuan dilakukannya kontrol penumpukan agar dalam proses penumpukan tidak asal menumpuk jumlah plat yang ada sehingga akan berakibat adanya keretakan pada plat yang dikarenakan tidak kuatnya menahan beban plat di atasnya.



**Gambar 4. 1** Ilustrasi Penumpukan

- Berikut perhitungan yang dilakukan ;  
Menghitung berat plat precast sesuai dengan rencana.
- 1. Berat plat precast = Tebal plat precast x Panjang

$$\begin{aligned}
 & \text{plat} \times \text{Lebar Plat} \times \text{Berat jenis} \\
 & \text{beton}(2400 \text{ kg/m}^3) \\
 & = 0,08 \times 1,9 \times 4,1 \times 2400 \\
 & = 1495,68 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

2. Direncanakan jumlah tumpukan plat precast tersebut = 10 Buah
3. Berat total Penumpukan Precast =  $1495,68 \times 10$   
= 14956,8 kg
4. Untuk penumpunya direncanakan menggunakan balok kayu berukuran 6/12
  - Luas balok =  $12 \text{ cm} \times 200 \text{ cm} = 2400 \text{ cm}^2$
  - Luas Total Balok =  $2400 \times 2 = 4800 \text{ cm}^2$
  - Pada saat penumpukan, direncanakan umur beton 7 hari. Sehingga,
  - $f_c'' = 0,70 \times f_c' \dots \dots \dots (\text{PBBI 1971})$   
=  $0,70 \times 30 \text{ Mpa} = 21 \text{ Mpa} = 210 \text{ kg/cm}^2$
  - Menurut analisa elastik berdasarkan PBB1 1971, maka kuat tekan rencana penumpukan ditentukan dari tegangan ijin bahan.
  - Kontrol penumpukan pelat precast  
=  $\frac{\text{Berat Total Tumpukan}}{\text{Luas Balok}} = \frac{14956,8 \text{ kg}}{4800 \text{ cm}^2} = 3,116 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$
  - Kontrol penumpukan pelat precast harus lebih kecil dari tegangan ijin beton.
  - Maka, Kontrol penumpukan  
 $3,116 \text{ kg/cm}^2 < 210 \text{ kg/cm}^2$  (OK)
  - Sehingga balok kayu 6/12 yang direncanakan dapat menahan berat keseluruhan dari plat precast.
5. Kuat Tekan Pada Pelat Beton
  - $\sigma_c$  = Tegangan tekan beton
  - P = Beban
  - A = Luas penampang
  - $\sigma$  ijin =  $210 \text{ kg/cm}^2$



Dimisalkan pelat yang ditinjau adalah pelat *half slab* tipe P9.

$$P = \text{Berat pelat} \times \text{jumlah tumpukan pelat} \\ = 1495,68 \times 10 = 14956,8 \text{ kg}$$

$$A = ((L_x \times L_y) + (b \times h)) \\ = ((190 \text{ cm} \times 410 \text{ cm}) + (190 \text{ cm} \times 8 \text{ cm})) \\ = 79420 \text{ cm}^2$$

$$\text{Maka } \sigma_c = P/A \\ = \frac{14956,8 \text{ kg}}{79420 \text{ cm}^2} = 0,188 \text{ kg/cm}^2$$

Dikarenakan  $\sigma_c < \sigma$  ijin, maka pelat *precast* mampu menahan kuat tekan yang ada. Kemudian untuk perhitungan tipe pelat *half slab* yang lainnya disajikan dalam tabel lampiran. Sehingga pada proses penumpukan pelat *half slab* ini direncanakan penumpukannya sebanyak 10 buah yang disebabkan karena terbatasnya tempat penumpukan.

#### 4.4.2 Pembebanan Pelat Lantai

Pelat yang dianalisis adalah pelat tipe P9 yang berukuran 1,9 m x 4,1 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 = 1900 mm
- Ly = 4100 mm

Data pembebanan :

- Berat jenis beton = 2400 kg/m<sup>3</sup>
- Dinding bata ringan = 575 kg/m<sup>2</sup>
- Penggantungan plafond = 6.5 kg/m<sup>2</sup>
- Keramik = 13 kg/m<sup>2</sup>

• Spesi	=	5	kg/m <sup>2</sup>
• Ducting & plumbing	=	16	kg/m <sup>2</sup>
• Apartemen	=	479	kg/m <sup>2</sup>
• Pekerja	=	100	kg/m <sup>2</sup>

### A. Saat Pengangkatan

#### Beban mati (DL)

Berat sendiri pracetak (DL)	=	0,08 x 2400	= 192 kg/m <sup>2</sup>
Berat kejut pengangkatan	=	0,5 x 192	= 96 kg/m <sup>2</sup> +
<i>Total</i>			= 288 kg/m <sup>2</sup>
Beban Total = 1,4D	=	1,4 (288 kg/m <sup>2</sup> )	= 403,2 kg/m <sup>2</sup>
Beban untuk 1 meter pias lebar pelat	=	403,2 kg/m <sup>2</sup> x 1 m	
<i>qu</i>	=		403,2 kg/m

### B. Saat Sebelum Komposit

#### Beban mati (DL)

Berat sendiri pracetak (DL)	=	0,08 x 2400	= 198 kg/m <sup>2</sup>
Berat topping	=	0,05 x 2400 x 1,5	= 180 kg/m <sup>2</sup> +
<i>Total</i>			= 372 kg/m <sup>2</sup>

#### Beban hidup (LL)

Beban hidup (LL)	=	100 kg/m <sup>2</sup> (pekerja)
Beban total = 1.2DL + 1.6LL	=	1.2 (372) + 1.6 (100)
	=	606,40 kg/m <sup>2</sup>
Beban untuk 1 m pias lebar pelat	=	606,40 x 1 m
<i>qu</i>	=	606,40 kg/m

### C. Saat Sesudah Komposit

#### Beban mati (DL)

Berat sendiri pelat penuh	=	0,13 x 2400	= 312 kg/m <sup>2</sup>
Beban mati tambahan			
Dinding	=		575 kg/m <sup>2</sup>
Plaffond + penggantung	=		6,5 kg/m <sup>2</sup>
Keramik	=		13 kg/m <sup>2</sup>
Spesi	=		5 kg/m <sup>2</sup>
Ducting & plumbing	=		16 kg/m <sup>2</sup> +
Total DL	=		927,5 kg/m <sup>2</sup>

Beban hidup (LL)

$$\begin{aligned}\text{Beban total} &= 1.2\text{DL} + 1.6\text{LL} = 1.2 (927,5) + 1.6 (479) \\ &= 1879,4 \text{ kg/m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Beban untuk 1 m pias lebar pelat} &= 1879,4 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} \\ q_u &= 1879,4 \text{ kg/m}\end{aligned}$$

**4.4.3 Kondisi Saat Pengangkatan****Penulangan Pelat Pracetak (Arah X Akibat Pengangkatan)**• **Momen yang terjadi**

Momen Arah X diperoleh dari buku *PCI Handbook 7<sup>th</sup> Edition* :

$$\begin{aligned}M_x &= 0,0107 q_u a^2 b &= 0,0107 \times 403,2 \times 1,9^2 \times 4,1 \\ &= 0,639 \text{ kNm} &= 638.511 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

• **Penulangan Pelat Arah X**

**Gambar 4. 2** Sketsa Penulangan Pelat Arah X Saat Pengangkatan

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

Pada perencanaan awal,  $\emptyset$  diasumsikan 0,9

$$Rn = \frac{M_u}{\emptyset \times b \times d^2} = \frac{638.511}{0,9 \times 1000 \times 55^2} = 0,23 \text{ Mpa}$$

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

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

$$= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 (15,686)(0,23)}{400}} \right)$$

$$= 0,00059$$

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

$\rho_{maks}$  :

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 daktail.

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

$$0,004 = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times 30 \times 0,836}{\rho \times 400} - 1 \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,2304$$

$$\rho_{perlu} = 0,00059 < \rho_{maks} = 0,2304 \rightarrow OK$$

$$\rho_{perlu} = 0,00059 > \rho_{min} = 0,002 \rightarrow NOT OK$$

$$\text{Maka digunakan } \rho_{perlu} \times 1,3 = 0,00059 \times 1,3 = 0,0008$$

### Tulangan Utama

$$A_s = \rho_{min} \times b \times dx = 0,0008 \times 1000 \times 55 = 42,12 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D10 mm ( $A_{D10} = 78,57 \text{ mm}^2$ )

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000 \times A_{D10}}{A_s} = \frac{1000 \times 78,57}{42,12} = 1865,4 \text{ mm}^2$$

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

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

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

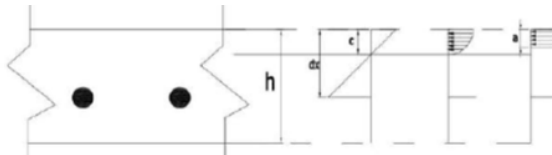
Dipilih yang terkecil, jadi dipakai  $s = 200 \text{ mm}$

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1000 \times A_{D10}}{s} = \frac{1000 \times 78,57}{200} = 392,86 \text{ mm}^2$$

### Penulangan Pelat Pracetak (Kontrol Kapasitas Lentur dan Geser)

#### Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.3



**Gambar 4. 3** Diagram Tegangan Pelat Arah X Saat Pengangkatan

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{As \times fy}{0,85 \times fc' \times b} = \frac{392,86 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000} = 6,16 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

Sesuai pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013, untuk  $fc' = 30 \text{ Mpa}$  dapat digunakan  $\beta_1 = 0,836$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6,16}{0,836} = 7,703 \text{ mm}$$

- Regangan tarik

$$\begin{aligned} \varepsilon_t &= 0,003 \times \left( \frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{55}{7,703} - 1 \right) \\ &= 0,01842 \rightarrow \phi = 0,9 \end{aligned}$$

Dipakai  $\phi = 0,9$

$$\phi Mn = \phi \times As \times fy \times \left( dx - \frac{1}{2} a \right)$$

$$\begin{aligned} \phi Mn &= 0,9 \times 392,86 \times 400 \times \left( 55 - \frac{1}{2} \times 6,16 \right) \\ &= 7.342.797 \text{ Nmm} = 7,343 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\phi Mn = 7,343 \text{ kNm} > Mu = 0,639 \text{ kNm} \text{ (OK)}$$

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 :

$$Vu = qu \left( \frac{ly}{2} - \frac{dx}{1000} \right) = 403,2 \left( \frac{3,96}{2} - \frac{55}{1000} \right) \times 10^{-2} = 3,609 \text{ kN}$$

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

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

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

$$\frac{1}{2} \phi V_c = 19,205 \text{ kN}$$

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

$$19,205 \text{ kN} > 3,609 \text{ kN} \text{ (OK)}$$

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 7 hari :

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

$$f_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \quad \lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

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

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

Direncanakan pengecoran beton berumur 7 hari

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

Momen layan yang bekerja adalah :

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c} = \frac{2,3 \times 42.666.667}{7,703} = 12.757.203 \text{ Nmm}$$

$$M_x = 0,0107 \text{ qDL a}^2 \text{ b}$$

$$= 0,0107 \times 403,2 \times 1,9^2 \times 4,1 \times 10^{-5}$$

$$= 638.511 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 12.757.203 \text{ Nmm} \geq M_x = 638.511 \text{ Nmm (OK)}$$

### **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  $15t$ .

$$b/2 = 4,1/2 = 2,05 \text{ m}$$

$$a/2 = 1,9/2 = 0,95 \text{ m}$$

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

Dipakai  $b = 0,95 \text{ m} = 990 \text{ mm}$  (dari nilai yang terkecil)

$$S = \frac{1}{6} \times b \times h^2 = \frac{1}{6} \times 990 \times 80^2 = 1.013.333 \text{ mm}^3$$

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

$$P = \frac{1,9 \times 4,1 \times 0,08 \times 2400}{4}$$

$$P = 373,92 \text{ kg} = 3739,2 \text{ N}$$

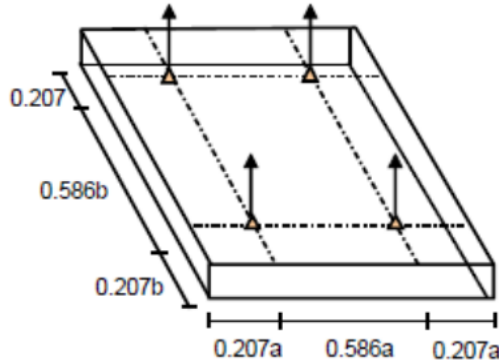
$$\theta_1 = 60^\circ$$

$$P_1 = P \sin \theta_1 = 3739,2 \sin 60 = 3415,6 \text{ N}$$

$$\sigma_{x_{max}} = \frac{Mx \cdot c}{I} + \frac{P}{b \times t} < f_r$$

$$= \frac{638.511 \times 7,703}{42.666.667} + \frac{3415,6}{650 \times 70} = 0,499 \text{ Mpa}$$

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



**Gambar 4. 4** Sketsa Pengangkatan Pelat Lantai

### Penulangan Pelat Pracetak (Tulangan Angkat dan Kontrol Lentutan)

#### Dimensi Angkur Pengangkatan

Setiap angkur (*hook*) menerima beban sebesar  $P$ , yaitu 768 kg. Maka, dibutuhkan diameter angkur sebesar :

$$d = \sqrt{\frac{4P}{\pi f_y}} = \sqrt{\frac{4 \times 373,92}{\pi \times 400}} = 0,345 \text{ cm} \approx 1 \text{ cm} = 10 \text{ mm}$$

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

#### Kontrol Lentutan

Momen Akibat Beban Mati

- Momen tak berfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lentutan dihitung :  
Momen akibat beban mati  $= 1/10 \times qDl \times (Lx/2)^2$   
 $= 1/10 \times 288 \times (1,9/2)^2 \times 10^4$   
 $= 259,920 \text{ Nmm}$
- 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 :

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

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

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

$$\frac{1000x^2}{2} - 6 x 78,57 (55 - x) = 0$$

$$500 x^2 - 6 x 78,57 (55 - x) = 0$$

$$x_1 = -7,201 \text{ mm dan } x_2 = 6,258 \text{ mm}$$

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

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

$$I_{cr} = \frac{1000 (6,258)^3}{3} + 6 x 78,57 (55 - 6,258)^2 = 0$$

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

- Momen inersia efektif

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

$$I_e = \left( \frac{2.456.744}{106.470} \right)^3 42.666.667 + \left[ 1 - \left( \frac{2.456.744}{106.470} \right)^3 \right] 1.201.703 \leq 42.666.667$$

$$I_e = 35.363.075.373 \text{ mm}^4 > 42.666.667 \text{ mm}^4$$

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

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

$$(\Delta l)_{DLx} = \frac{5ql^4}{384E_c I_e} = \frac{5 x 288 x 1000^4}{384 x 17,46 x 42.666.667} = 14,224 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2012 batasan lendutan untuk plat

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

$$\text{Arah } x = \frac{l}{240} = \frac{4100}{240} = 17,08 \text{ mm}$$

$$\Delta = 14,224 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} = 17 \text{ mm} \rightarrow \text{OK Memenuhi}$$



#### 4.4.4 Kondisi Sebelum Komposit

##### Perencanaan Pelat Pracetak (Arah X Sebelum Komposit)

- Data perencanaan penulangan pelat :
 

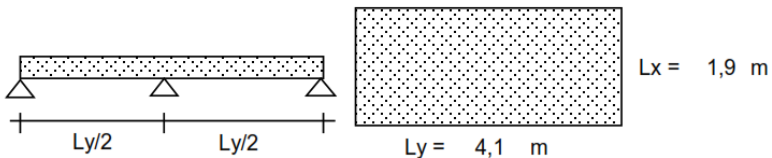
Dimensi pelat	= 1900 x 4100 mm
Tebal pelat pracetak	= 80 mm
Tebal overtopping	= 50 mm
Tebal decking	= 20 mm
Diameter tulangan rencana	= 13 mm
- Momen yang terjadi  
Momen Arah X diperoleh dari perhitungan mektek :
 

$M_x$	= $1/8 qu (ly/2)^2$	= $1/8 \times 606,40 \times (4,1/2)^2$
	= 3,19 kNm	= 3.185.495 Nmm
- Penulangan Pelat Arah X



**Gambar 4. 5** Sketsa Penulangan Pelat Sebelum Komposit

$$dx = h - t_{\text{decking}} - \left(\frac{1}{2} \times d_{\text{rencana}}\right) = 80 - 20 - \left(\frac{1}{2} \times 13\right) = 55 \text{ mm}$$



**Gambar 4. 6** Perletakan Pembebanan

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{2.548.396}{0,9 \times 1000 \times 55^2} = 0,2513 \text{ Mpa}$$

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

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

$$= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686)(0,2513)}{400}} \right)$$

$$= 0,0006$$

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

$\rho_{maks}$

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 daktail.

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

$$0,004 = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times 30 \times 0,84}{\rho \times 400} - 1 \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,0511$$

$$\rho_{pertu} = 0,0006 < \rho_{maks} = 0,0511 \rightarrow OK$$

$$\rho_{pertu} = 0,0006 > \rho_{min} = 0,002 \rightarrow NOT OK$$

$$\text{Maka digunakan } \rho_{pertu} \times 1,3 = 0,0006 \times 1,3 = 0,0008$$

### Tulangan Utama

$$A_s = \rho_{pertu} \times b \times dx = 0,0008 \times 1000 \times 55 = 45,14 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D10 mm ( $A_{D10} = 78,57 \text{ mm}^2$ )

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000 \times A_{D10}}{A_s} = \frac{1000 \times 78,57}{45,14} = 1740,6 \text{ mm}^2$$

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  $s = 200 \text{ mm}$

### Perencanaan Pelat Pracetak (Kontrol Penulangan)

$$A_{spakai} = \frac{1000 \times A_{D13}}{s} = \frac{1000 \times 78,57}{200} = 392,86 \text{ mm}^2$$

### Kontrol Faktor Reduksi

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{392,86 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000} = 6,16 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral

Sesuai pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013, untuk  $f_c' = 30$  Mpa dapat digunakan  $\beta_1 = 0,84$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6,16}{0,84} = 7,703 \text{ mm}$$

- Regangan tarik

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{55}{7,703} - 1 \right) = 0,01842$$

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

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

$$\emptyset Mn = 0,9 \times 392,86 \times 400 \times \left( 55 - \frac{1}{2} \times 6,16 \right) \\ = 7,343 \text{ kNm} = 7.342.797 \text{ Nmm}$$

$$\emptyset Mn = 7.342.797 \text{ Nmm} > Mu = 2.189.104 \text{ Nmm (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama D10-200

### Tulangan Susut

$$fy = 400 \text{ Mpa} \rightarrow \rho_{min} = 0,002$$

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

Digunakan tulangan D 10 mm ( $A_{D10} = 78,57 \text{ mm}^2$ )

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000 \times A_{D10}}{As_h} = \frac{1000 \times 78,57}{160} = 491,1 \text{ mm}$$

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

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 :

$$V_u = qu \left( \frac{lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right) = 649,6 \left( \frac{1,9}{2} - \frac{55}{1000} \right) \times 10^{-2} = 2,547 \text{ kN}$$

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

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

$$\emptyset V_c = 38,409 \text{ kN}$$

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

$$19,2045 \text{ kN} \geq 2,547 \text{ kN}$$

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 :

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

$$f_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \quad \lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

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

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

Direncanakan pengecoran beton berumur 7 hari

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

Momen layan yang bekerja adalah :

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c} = \frac{2,3 \times 42.666.667}{7,703} = 12.757.203 \text{ Nmm}$$

$$M = \frac{1}{8} q_u (Lx/2)^2 = \frac{1}{8} \times 606,4 \times (4,1/2)^2 \times 10^4 = 3.185.495 \text{ Nmm}$$

$$\sigma = \frac{M \times c}{I} < f_r$$

$$\sigma = \frac{3.185.495 \times 7,703}{42.666.667} < 2,3 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = 1,2618 < 2,3 \text{ Mpa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c} = \frac{2,3 \times 42.666.667}{7,703} = 12.757.203 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 12.757.203 \text{ Nmm} \geq M_x = 3.185.495 \text{ Nmm} \text{ (OK)}$$

### **Kontrol Lendutan**

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

$$M_a = \frac{1}{8} q_u (Lx/2)^2 = \frac{1}{8} \times 606,4 \times (4,1/2)^2 \times 10^4 = 3.185.495 \text{ Nmm}$$

- 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 menghitung tulangan baja

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

- 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)

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

$$\frac{1000x^2}{2} - 6 x 78,57 (55 - x) = 0$$

$$500 x^2 - 6 x 78,57 (55 - x) = 0$$

$$x_1 = -7,201 \text{ mm dan } x_2 = 6,258 \text{ mm}$$

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

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

$$I_{cr} = \frac{1000 (6,258)^3}{3} + 6 x 78,57 (55 - 6,258)^2 = 0$$

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

- Momen inersia efektif

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

$$I_e = \left( \frac{2.456.744}{106.470} \right)^3 42.666.667 + \left[ 1 - \left( \frac{2.456.744}{106.470} \right)^3 \right] 1.201.703 \leq 42.666.667$$

$$I_e = 20.222.573 \text{ mm}^4 \leq 42.666.667 \text{ mm}^4$$

$$I_e = I_g = 20.222.573 \text{ mm}^4$$

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

$$(\Delta t)_{DL} x = \frac{5ql^4}{384E_c I_e} = \frac{5 x 606,4 x 1000^4}{384 x 17,46 x 20.222.573} = 2,27 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2012 batasan lendutan untuk plat

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

$$\text{Arah } x = \frac{l}{240} = \frac{4100}{240} = 17,1 \text{ mm}$$

$$\Delta = 2,27 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} = 17,1 \text{ mm} \rightarrow \text{OK Memenuhi}$$

#### 4.4.5 Kondisi Setelah Komposit

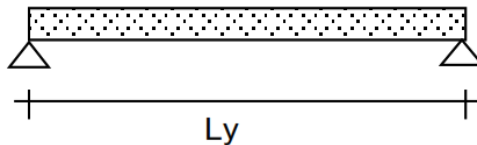
##### Perencanaan Pelat Pracetak (Arah X Setelah Komposit)

- Data perencanaan penulangan pelat :  
 Dimensi pelat = 1,9 m x 4,1 m  
 Tebal pelat pracetak = 80 mm  
 Tebal overtopping = 50 mm  
 Tebal decking = 20 mm  
 Diameter tulangan rencana = 13 mm
- Penulangan Pelat Arah X



**Gambar 4. 7** Sketsa Penulangan Pelat Setelah Komposit

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



$$Mu = \frac{1}{8} q l^2 = \frac{1}{8} \times 1879,4 \times 4,1^2$$

$$= 8,48 \text{ kNm} = 8.480.793 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = \frac{8.480.793}{0,9 \times 1000 \times 105^2} = 0,8547 \text{ Mpa}$$

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

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

$$= \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2(15,686)(0,8547)}{400}} \right)$$

$$= 0,00217$$

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

$\rho_{maks}$  :

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.

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

$$0,004 = 0,003 \times \left( \frac{0,85 \times 30 \times 0,84}{0,00217 \times 400} - 1 \right)$$

$$\rho_{maks} = 0,0705$$

$$\rho_{perlu} = 0,00217 < \rho_{maks} = 0,0705 \rightarrow OK$$

$$\rho_{perlu} = 0,00217 > \rho_{min} = 0,002 \rightarrow OK$$

Jadi digunakan  $\rho_{perlu} = 0,00217$

### **Tulangan Utama**

$$A_s = \rho_{perlu} \times b \times dx = 0,00217 \times 1000 \times 105 = 228,251 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan D10 mm (A D10 = 78,57 mm<sup>2</sup>)

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000 \times A_{D10}}{A_s} = \frac{1000 \times 78,57}{228,251} = 344,23 \text{ mm}^2$$

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)**

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1000 \times A_{D10}}{s} = \frac{1000 \times 78,57}{200} = 392,86 \text{ mm}^2$$

### **Kontrol Faktor Reduksi**

- Tinggi balok tegangan persegi ekuivalen

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,85 \times f_c' \times b} = \frac{392,86 \times 400}{0,85 \times 30 \times 1000} = 6,16 \text{ mm}$$

- Jarak dari serat tekan terjauh ke sumbu netral  
 Sesuai pasal 10.2.7.3 SNI 2847:2013, untuk  $f_c' = 30$  Mpa  
 dapat digunakan  $\beta_1 = 0,84$

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{6,16}{0,84} = 7,703 \text{ mm}$$

- Regangan tarik

$$\varepsilon_t = 0,003 \times \left( \frac{dx}{c} - 1 \right) = 0,003 \times \left( \frac{105}{7,703} - 1 \right) = 0,038$$

Berdasarkan pasal 9.3 SNI 2847-2013 untuk  $\varepsilon_t = 0,038$  dapat diambil  $\phi = 0,9$

$$\phi Mn = \phi \times As \times fy \times \left( dx - \frac{1}{2} a \right)$$

$$\phi Mn = 0,9 \times 392,86 \times 400 \times \left( 105 - \frac{1}{2} \times 6,16 \right) \\ = 14,41 \text{ kNm} = 14.414.226 \text{ Nmm}$$

$$\phi Mn = 14.414.226 \text{ Nmm} > Mu = 8.480.793 \text{ Nmm (OK)}$$

Jadi, dipakai tulangan utama D10-200

### **Tulangan Susut**

$$fy = 400 \text{ Mpa} \rightarrow \rho_{min} = 0,002$$

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

Digunakan tulangan D 10 mm ( $A_{D10} = 78,57 \text{ mm}^2$ )

$$\text{Jarak tulangan (s)} = \frac{1000 \times A_{D10}}{As_h} = \frac{1000 \times 78,57}{260} = 392,86 \text{ mm}$$

Syarat :  $s \leq 5h$  atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)

$$s \leq 5 (130) \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

$$s \leq 650 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

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 :

$$V_u = qu \left( \frac{ly}{2} - \frac{dx}{1000} \right) = 1289,6 \left( \frac{1,9}{2} - \frac{105}{1000} \right) \times 10^{-2} = 15,88 \text{ kN}$$

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

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

$$\phi V_c = 72,279 \text{ kN}$$

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



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

$$36,663 \geq 15,88 \text{ kN}$$

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 7 hari :

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

$$f_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f'c} \quad \lambda = 1 \text{ (untuk beton normal)}$$

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

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

Direncanakan pengecoran beton berumur 7 hari

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

Momen layan yang bekerja :

$$\begin{aligned} M &= 1/8 \text{ qu} (Lx)^2 = 1/8 \times 1879,4 \times (4,1)^2 \times 10^4 \\ &= 10.541.928 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

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

$$\sigma = \frac{6.892.553 \times 7,703}{183.083.333} < 2,3 \text{ Mpa}$$

$$\sigma = 0,586 < 2,3 \text{ Mpa}$$

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c} = \frac{2,3 \times 183.083.333}{7,703} = 54.741.358 \text{ Nmm}$$

$$M_{cr} = 54.741.358 \text{ Nmm} \geq M_x = 10.541.928 \text{ Nmm (OK)}$$

### **Kontrol Lendutan**

- Momen akibat beban mati
  - M DL = 1/8 quDL (lx)<sup>2</sup>
  - M DL = 1/8 x 927,5 x (1,9)<sup>2</sup>
  - M DL = 418,53 kgm = 4.185.344 Nmm
- Momen akibat beban hidup
  - M LL = 1/8 quLL (lx)<sup>2</sup>
  - M LL = 1/8 x 479 x (1,9)<sup>2</sup>
  - M LL = 216.149 kgm = 2.161.488 Nmm

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

$$M_a = M_{DL} + M_{LL} = 4.185.344 + 2.161.488 \\ = 6.346.831 \text{ Nmm}$$

- Momen batas retak

$$M_{cr} = \frac{f_r \times I_g}{0,5 \times t_1} = 6.487.340 \text{ Nmm}$$

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.

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

$$\frac{1000 x^2}{2} - 6 x 78,574 (105 - x) = 0$$

$$x_1 = -9,95 \text{ mm dan } x_2 = 9,007 \text{ mm}$$

dipakai  $x = 9,007 \text{ mm}$

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

$$I_{cr} = \frac{1000 x 9,007^2}{2} + 6 x 78,57 (105 - 9,007)^2$$

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

- Momen Inersia Efektif

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

$$I_e = \left( \frac{6.487.340}{10.541.928} \right)^3 183.083.333 + \left[ 1 - \left( \frac{6.487.340}{10.541.928} \right)^3 \right] 4.015.705$$

$$I_e = 195.241.418$$

$$I_e = I_g$$

$$195.241.418 \text{ mm}^4 \leq 183.083.333 \text{ mm}^4$$

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

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

$$(\Delta t)_{DL} = \frac{5ql^4}{384E_cI_c} = \frac{5 \times (9,15) \times 10^{-2} \times 1900^4}{384 \times 24.149 \times 2,28 \times 10^8} = 0,54 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847-2012 batas lendutan untuk pelat

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

$$\frac{l}{240} = \frac{4100}{240} = 17,1 \text{ mm}$$

$$\Delta = 0,54 \text{ mm} \leq \frac{l}{240} = 17,1 \text{ mm} \rightarrow \text{OK Memenuhi}$$

**Tabel 4. 9** 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

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BAB V ANALISA WAKTU DAN BIAYA

### 5.1. Pekerjaan Persiapan

#### 5.1.1. Pekerjaan Pemagaran

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

➤ **Perhitungan Durasi**

- Data perencanaan
  - Keliling lahan = 362 m
  - Tinggi pagar = 1,5 m
  - Jarak antar tiang = 1,6 m
  - Ukuran seng = 0,8 m x 2 m
  - Ukuran tiang vertikal = (0,05 x 0,07 x 1,5) m
  - Ukuran tiang struktural = 0,05 m x 0,07 m
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,02 OH
  - Tukang = 0,1 OH
  - P. Tukang = 0,3 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,02}{0,02} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,02}{0,1} = 5$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,02}{0,3} = 15$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 5 tukang, dan 5 pembantu tukang untuk pekerjaan pemagaran.

- Perhitungan volume
  - Volume tiang vertikal

$$\begin{aligned} \text{Jumlah tiang} &= \frac{\text{keliling lahan}}{\text{jarak antar tiang}} \\ &= \frac{362 \text{ m}}{1,6 \text{ m}} \\ &= 227 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tiang} &= \text{jumlah tiang} \times \text{dimensi} \\ &= 227 \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\ &= 1,19 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume tiang struktural

Setiap jarak 1,6 m direncanakan dipasang tiang struktural sebanyak 3 buah

$$\begin{aligned} \text{Volume tiang} &= \text{jumlah tiang} \times \text{tebal tiang} \times \text{lebar tiang} \\ &\quad \times \text{keliling lahan} \\ &= 3 \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 226,23 \text{ m} \\ &= 2,3 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Volume seng

$$\begin{aligned} &= \text{keliling lahan} \times \text{tebal seng} \times \text{tinggi seng} \\ &= 362 \text{ m} \times 0,8 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \\ &= 434,4 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

- Perhitungan kebutuhan seng

$$\begin{aligned} \text{Luas seng} &= \text{tinggi pagar} \times \text{keliling lahan} \\ &= 1,5 \text{ m} \times 362 \text{ m} \\ &= 542,96 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &= \text{Luas seng} : \text{dimensi seng} \\ &= 542,96 \text{ m}^2 : (0,8 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}) \\ &= 340 \text{ lembar} \end{aligned}$$

- Asumsi

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang tiang vertikal berdasar pada tabel 2.2, dengan

diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan sebatang kayu yaitu 20 jam/2,36 m<sup>3</sup>

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang tiang struktural berdasar pada tabel 2.2, dengan diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan pendukung mendatar beberapa batang kayu yaitu 33,5 jam/2,36 m<sup>3</sup>
- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang seng berdasar pada tabel 2.3, dengan diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan lapisan dinding tidak dengan sambungan  $\perp$  pendukung yaitu 2,59 jam / 10 m<sup>3</sup>
- 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 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + pembantu tukang kayu
  - Pemasangan seng  
Memakai 4 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + pembantu tukang
- Jam kerja efektif dalam 1 hari = 7 jam/hari

- Durasi pemasangan tiang vertikal :

Durasi = vol. kayu vertikal x kapasitas produksi

$$= 1,19 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3}$$

$$= 10,10 \text{ jam}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

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

$$= \frac{10,10 \text{ am}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 2 \text{ pekerja}}$$

$$= 0,72 \text{ hari}$$

- Durasi pemasangan tiang struktural :

$$\text{Durasi} = \text{vol. kayu struktural} \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= 2,37 \text{ m}^3 \times \frac{33,5 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3}$$

$$= 33,72 \text{ jam}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

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

$$= \frac{33,72 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 4 \text{ pekerja}}$$

$$= 1,20 \text{ hari}$$

- Durasi pemasangan seng :

$$\text{Durasi} = \text{vol. kayu struktural} \times \text{kapasitas produksi}$$

$$= 434,4 \text{ m}^3 \times \frac{2,59 \text{ jam}}{10 \text{ m}^3}$$

$$= 112,5 \text{ jam}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

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

$$= \frac{112,5 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 6 \text{ pekerja}}$$

$$= 2,68 \text{ hari}$$

- Total durasi :

$$= \text{durasi pemasangan tiang vertikal} + \text{durasi pemasangan tiang struktural} + \text{durasi pemasangan seng}$$

$$= 0,72 \text{ hari} + 1,2 \text{ hari} + 2,68 \text{ hari}$$

$$= 4,6 \text{ hari} \approx 5 \text{ hari}$$

### ➤ **Perhitungan Biaya**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya pemagaran :

- Biaya Material



Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

- Seng gelombang 80 cm x 200 cm = Rp 82.000/lembar
- Kayu balok = Rp 39.000/m<sup>3</sup>
- Paku = Rp 17.000/kg

Data kebutuhan material adalah sebagai berikut :

- Seng gelombang = 340 lembar
- Kayu dolken = 2,38 m<sup>3</sup>
- Paku = 2,02 kg

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= (340 \times \text{Rp } 82.000) + (2,38 \times \text{Rp } 39.000) + (2,02 \times \\ &\quad \text{Rp } 17.000) \\ &= \text{Rp } 23.586.969,- \end{aligned}$$

- Upah Pekerja :

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 5 hari  
= Rp 600.000
- Tukang = 5 Orang x Rp 108.000 x 5 hari  
= Rp 2.700.000
- Pembantu Tukang = 5 Orang x Rp 95.000 x 5 hari  
= Rp 2.375.000

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 600.000 + \text{Rp } 2.700.000 + \text{Rp } 2.375.000 \\ &= \text{Rp } 5.675.000,- \end{aligned}$$

- Upah Alat :

- Palu = 5 buah x Rp. 67.000  
= Rp 335.000,-

- Total Biaya :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 23.586.969 + \text{Rp } 5.675.000 + \text{Rp } 335.000 \\ &= 23.596.969,- \end{aligned}$$

### 5.1.2. Pekerjaan Uitzet dan Bouwplank

Pada pekerjaan uitzet dikerjakan menggunakan metode alat bantu dengan seperangkat waterpass dan rol meter, dan pekerjaan bouwplank bertujuan untuk membatasi lahan yang akan dikerjakan sesuai dengan denah perencanaan.

➤ **Perhitungan Durasi**

- Data perencanaan

- Keliling bangunan = 185 m
- Tinggi bowplank = 1 m
- Jarak antar tiang = 1,5 m
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,005 OH
  - Tukang = 0,05 OH
  - P. Tukang = 0,1 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,005}{0,005} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,05}{0,005} = 20$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,1}{0,005} = 20$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 5 tukang, dan 5 pembantu tukang untuk pekerjaan bouwplank dan uitzet.

- Data material
  - Ukuran papan = (0,02 x 0,2 x 3) m
  - Ukuran tiang = (0,05 x 0,07 x 1) m
- Perhitungan volume
  - Volume tiang vertikal
 
$$\begin{aligned} \text{Jumlah tiang} &= \frac{\text{keliling bangunan}}{\text{jarak antar tiang}} \\ &= \frac{185 \text{ m}}{1.5 \text{ m}} \\ &= 123,4 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume tiang} &= \text{jumlah tiang} \times \text{dimensi} \\ &= 123,4 \text{ buah} \times 0,05 \text{ m} \times 0,07 \text{ m} \times 1 \text{ m} \\ &= 0,43 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
  - Volume papan
 
$$\begin{aligned} &= \text{keliling bangunan} \times \text{tebal papan} \times \text{lebar papan} \\ &= 185 \text{ m} \times 0.02 \text{ m} \times 0.2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$= 0,74 \text{ m}^3$$

- Asumsi
  - Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan hingga memasang tiang vertikal dan papan berdasar pada tabel 2.1, dengan diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan sebatang kayu yaitu 20 jam/2,36 m<sup>3</sup>
  - 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

- Durasi pemasangan tiang vertikal :
 
$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas prod.} \\ &= 0,43 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\ &= 3,66 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah pekerja}} \\ &= \frac{3,66 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 6 \text{ pekerja}} \\ &= 0,09 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Durasi pemasangan papan :
 
$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \text{vol. kayu vertikal} \times \text{kapasitas prod.} \\ &= 0,740 \text{ m}^3 \times \frac{20 \text{ jam}}{2,36 \text{ m}^3} \\ &= 6,27 \text{ jam} \end{aligned}$$

Waktu yang diperlukan dalam satuan hari

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{durasi}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah pekerja}} \\
 &= \frac{6,27 \text{ jam}}{7 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 5 \text{ pekerja}} \\
 &= 0,18 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Total durasi :
  - = durasi pemasangan kayu vertikal + durasi pemasangan papan
  - = 0,09 hari + 0,18 hari
  - = 0,27 hari  $\approx$  1 hari

➤ **Perhitungan Biaya**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya bouwplank dan uitzet :

- Biaya Material
  - Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :
    - Kayu 5/7 = Rp 39.000/lembar
    - Kayu papan 3/20 = Rp 68.500/m<sup>3</sup>
    - Paku = Rp 17.000/kg
  - Data kebutuhan material adalah sebagai berikut :
    - Kayu 5/7 = 0,43 m<sup>3</sup>
    - Kayu papan 3/20 = 0,74 m<sup>3</sup>
    - Paku = 0,09 kg
  - Biaya = (0,43 x Rp 39.000) + (0,74 x Rp 68.500) + ( 0,09 x Rp 17.000)
    - = Rp 69.030,-
- Upah Pekerja :
  - Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 1 hari
    - = Rp 120.000
  - Tukang = 5 Orang x Rp 108.000 x 1 hari
    - = Rp 540.000
  - Pembantu Tukang = 5 Orang x Rp 95.000 x 1 hari
    - = Rp 475.000

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 120.000 + \text{Rp } 540.000 + \text{Rp } 475.000 \\ &= \text{Rp } 1.135.000,- \end{aligned}$$

- Total Biaya :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 69.030 + \text{Rp } 1.135.000 \\ &= 1.204.030,- \end{aligned}$$

## 5.2. Pekerjaan Struktur

### 5.2.1. Pekerjaan Galian *Basement* dan *Pile Cap*

Metode pekerjaan galian menggunakan alat berat *excavator* dan *dump truck*.

#### ➤ Perhitungan Durasi

- Volume galian *basement* = 9.853,02 m<sup>3</sup>  
Volume galian *pile cap* = 1.289,57 m<sup>3</sup>  
Volume total galian = 11.142,59 m<sup>3</sup>

- Spesifikasi alat berat :

#### 1) *Excavator*

Tipe alat : KOBELCO SK 850LC  
Kapasitas *bucket* : 5,4 m<sup>3</sup>  
Koefisien alat : 0,81

#### 2) *Dump Truck*

Tipe alat : DUTRO 130 HD  
Kapasitas alat : 12 m<sup>3</sup>  
Koefisien alat : 0,81  
Kecepatan muat : 30 km/jam  
Kecepatan kosong : 40 km/jam

- Produktivitas *excavator* :

- Produksi per siklus (q) = kap. *Bucket* x Faktor *bucket*  
= 5,4 m<sup>3</sup> x 0,8  
= 4,32 m<sup>3</sup>

- Waktu Siklus (Cm)

Berdasarkan tabel didapat :

Waktu gali = 13 detik

Waktu putar = 5 detik

Waktu buang = 7 detik

$$\begin{aligned}\text{Waktu Siklus (Cm)} &= \text{Waktu gali} + (2 \times \text{waktu putar}) + \\ &\quad \text{waktu buang} \\ &= 13 + (2 \times 5) + 7 \\ &= 30 \text{ detik} = 0,5 \text{ menit}\end{aligned}$$

- Produktivitas Alat (Q)

$$\begin{aligned}Q &= \frac{q \times 3600 \text{ detik/jam} \times \text{Koef. Alat}}{\text{Cm}} \\ &= \frac{4,32 \times 3600 \text{ detik/jam} \times 0,81}{30} \\ &= 419,9 \text{ m}^3/\text{jam}\end{aligned}$$

• Waktu Siklus *Dump Truck* :

- Faktor swell = 25 %

- Jarak buang = 5 km

- Waktu Siklus (Cm) :

▪ Waktu muat (*loading*)

Waktu siklus *excavator* = 0,5 menit

Jumlah siklus yang diperlukan untuk mengisi DT (n)

$$\begin{aligned}n &= \frac{\text{Kapasitas } \textit{Dump Truck}}{\text{Kapasitas } \textit{Bucket} \times \text{Faktor } \textit{Bucket}} \\ &= \frac{12 \text{ m}^3}{5,4 \text{ m}^3 \times 0,81} \\ &= 3 \text{ kali}\end{aligned}$$

Waktu muat = n x Waktu siklus *excavator*

$$= 3 \times 0,5 \text{ menit}$$

$$= 1,5 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned}\text{▪ Waktu pergi (} \textit{hauling} \text{)} &= \frac{\left(60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times \text{Jarak Buang}\right)}{\text{Volume bermuatan}} \\ &= \frac{\left(60 \text{ menit/jam} \times 5 \text{ km}\right)}{30 \text{ km/jam}}\end{aligned}$$

$$= 10 \text{ menit}$$

- Waktu buang (*dumpling*) = 1,15 menit

$$\begin{aligned} \text{▪ Waktu kembali (return)} &= \frac{\left(60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times \text{Jarak Buang}\right)}{\text{Volume kosong}} \\ &= \frac{\left(60 \frac{\text{menit}}{\text{jam}} \times 5\right)}{40 \text{ km/jam}} \\ &= 8 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Waktu persiapan kembali (*setting*) = 1,00 mnit

$$\begin{aligned} \text{- Waktu Siklus (CMT)} &= \text{loading} + \text{hauling} + \text{dumpling} + \\ &\quad \text{Return} + \text{setting} \\ &= 1,5 + 10 + 1,15 + 8 + 1 \\ &= 21 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Jumlah kebutuhan *Dump Truck* (M) =  $\frac{\text{waktu siklus}}{\text{waktu muat}}$   
 $= \frac{21 \text{ menit}}{1,5 \text{ menit}}$   
 $= 15 \text{ unit}$

- Produktivitas *Dump Truck*  
 $= \frac{n \times \text{Kpst.Bucket} \times \text{Faktor Bucket} \times 60 \text{ menit} \times \text{Eff.Kerja}}{\text{waktu siklus (Cmt)}} \times M$   
 $= \frac{3 \times 5,4 \times 0,81 \times 60 \text{ menit} \times 0,81}{21} \times 15$   
 $= 429,26 \text{ m}^3/\text{jam}$   
 $= 15 \text{ unit}$

- Simulasi kombinasi *excavator-dump truck*

**Tabel 5. 1** Simulasi Kombinasi Excavator dan Dump Truck

Dump Truck	Start	Loading	Hauling	Dumping	Return	Setting
		00:01:30	00:10:00	00:01:09	00:08:00	00:01:00
1	08:00:00	08:01:30	08:11:30	08:12:39	08:20:39	08:21:39
2	08:01:30	08:03:00	08:13:00	08:14:09	08:22:09	08:23:09
3	08:03:00	08:04:30	08:14:30	08:15:39	08:23:39	08:24:39
4	08:04:30	08:06:00	08:16:00	08:17:09	08:25:09	08:26:09
5	08:06:00	08:07:30	08:17:30	08:18:39	08:26:39	08:27:39

6	08:07:30	08:09:00	08:19:00	08:20:09	08:28:09	08:29:09
7	08:09:00	08:10:30	08:20:30	08:21:39	08:29:39	08:30:39
8	08:10:30	08:12:00	08:22:00	08:23:09	08:31:09	08:32:09
9	08:12:00	08:13:30	08:23:30	08:24:39	08:32:39	08:33:39
10	08:13:30	08:15:00	08:25:00	08:26:09	08:34:09	08:35:09
11	08:15:00	08:16:30	08:26:30	08:27:39	08:35:39	08:36:39
12	08:16:30	08:18:00	08:28:00	08:29:09	08:37:09	08:38:09
13	08:18:00	08:19:30	08:29:30	08:30:39	08:38:39	08:39:39
14	08:19:30	08:21:00	08:31:00	08:32:09	08:40:09	08:41:09
15	08:21:00	08:22:30	08:32:30	08:33:39	08:41:39	08:42:39
16	08:22:30	08:24:00	08:34:00	08:35:09	08:43:09	08:44:09
17	08:24:00	08:25:30	08:35:30	08:36:39	08:44:39	08:45:39
dst						

- Durasi *Dump Truck* :

$$\begin{aligned}
 \text{- Siklus dalam 1 jam} &= \frac{60 \text{ menit/jam}}{\text{waktu muat}} \\
 &= \frac{60 \text{ menit/jam}}{1,5 \text{ menit}} \\
 &= 40 \text{ siklus/jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Volume galian yang dapat diangkut dalam 1 jam :} \\
 &= \text{Siklus tiap 1 jam} \times (\text{Kapasitas DT} \times (1 + \text{faktor } swell)) \\
 &= 40 \text{ siklus/jam} \times (12 \text{ m}^3 \times (1 + 25\%)) \\
 &= 615 \text{ m}^3/\text{jam}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \bullet \text{ Durasi pekerjaan galian} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktivitas}} \\
 &= \frac{11.142,59 \text{ m}^3}{615 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 19 \text{ jam}
 \end{aligned}$$

Jika Jam kerja 1 hari = 7 jam

Maka durasi pekerjaan galian dan angkut galian = 3 hari

➤ **Perhitungan Biaya**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya galian :

- Upah Pekerja :



- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 3 hari  
= Rp 360.000
  - Operator excavator = 1 Orang x Rp 150.000 x 3 hari  
= Rp 450.000
  - Supir = 15 Orang x Rp 85.000 x 3 hari  
= Rp 3.825.000
- Biaya = Rp 360.000 + Rp 450.000 + Rp 3.825.000  
= Rp 4.635.000,-

- Upah Alat :

- Sewa excavator = 1 buah x Rp. 1.260.000 x 3 hari  
= Rp 26.460.000,-
  - Sewa dump truck = 15 buah x Rp. 433.333 x 3 hari  
= Rp 19.500.000,-
- Biaya = Rp 360.000 + Rp 450.000 + Rp 3.825.000  
= Rp 45.960.000,-

- Total Biaya :

- Biaya = Rp 4.635.000,- + Rp 45.960.000,-  
= Rp 50.595.000,-

### 5.2.2. Galian Sloof

Metode pekerjaan galian menggunakan tenaga manusia.

➤ **Perhitungan Durasi**

- Data Perencanaan

Volume galian <i>sloof</i>	= 99,616 m <sup>3</sup>
Produktivitas galian pekerja	= 2,25 m <sup>3</sup> /jam
Kapasitas Angkut kereta dorong	= 0,15 m <sup>3</sup>
Jarak Pembuangan	= 220 m
Waktu Memuat	= 2 menit
Waktu Mengangkut	= 35 m/ menit
Waktu Membongkar	= 0,3 menit
Waktu Kembali	= 47,5 m/ menit

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Mandor = 0,025 OH

- P. Tukang = 0,757 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,025}{0,025} = 1$  pekerja

- P. Tukang =  $\frac{0,757}{0,025} = 30$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 14 pembantu tukang untuk pekerjaan galian sloof.

- Durasi galian :

$$\begin{aligned} \text{Durasi Galian} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Prod.galian} \times \text{jam kerja grup}} = \frac{99,616\text{m}^3}{\frac{2,25\text{m}^3}{\text{jam}} \times 105 \frac{\text{jam}}{\text{hari}}} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Durasi Angkut} &= \frac{\text{Volume galian}}{\text{Kaps.Kereta dorong} \times \text{jumlah}} = \frac{99,616\text{m}^3}{\frac{0,15 \text{ m}^3}{\text{buah}} \times 7 \text{ buah}} \\ &= 95 \text{ siklus} \end{aligned}$$

$$\text{Waktu Memuat} = 2 \text{ menit} \times 95 \text{ siklus} = 189,7 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Angkut} = \frac{35 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 95 \text{ siklus}}{20 \text{ m}} = 54,2 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Bongkar} = 0,3 \text{ menit} \times 95 \text{ siklus} = 28,5 \text{ menit}$$

$$\text{Waktu Kembali} = \frac{47,5 \frac{\text{m}}{\text{menit}} \times 95 \text{ siklus}}{20 \text{ m}} = 39,9 \text{ menit}$$

$$\text{Total Durasi} = 732,4 \text{ menit} = 2 \text{ hari}$$

### ➤ Perhitungan Biaya

Berikut ini merupakan perhitungan biaya galian :

- Upah Pekerja :

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 1 hari  
= Rp 120.000

- Pembantu Tukang = 14 Orang x Rp 95.000 x 1 hari  
= Rp 2.660.000

Biaya = Rp 120.000 + Rp 2.660.000

$$= \text{Rp } 2.900.000,-$$

- Biaya Alat :
  - Sekop = 7 buah x Rp 80.000,- = Rp 560.000
  - Kereta Dorong = 7 buah x Rp 400.000 = Rp 2.800.000
  - Biaya = Rp 560.000 + Rp 2.800.000 = Rp 3.360.000
- Total Biaya :
  - Biaya = Rp 2.900.000 + Rp 3.360.000 = Rp 7.199.000

### 5.2.3. Pekerjaan Dinding Penahan Tanah Batu Kali

#### ➤ Perhitungan Durasi

- Volume dinding penahan =  $1.435,14 \text{ m}^3$   
 Dari volume diatas 85 % adalah volume batu, 15% adalah volume mortar.

- Volume batu =  $85 \% \times 1.503,48 \text{ m}^3 = 1.219,8 \text{ m}^3$
- Volume mortar =  $15 \% \times 1.435,14 \text{ m}^3 = 215,27 \text{ m}^3$

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,075 OH
  - Tukang = 0,300 OH
  - P. Tukang = 0,750 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,075}{0,075} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,300}{0,075} = 4$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,750}{0,075} = 10$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 4 tukang, dan 10 pembantu tukang untuk pekerjaan bouwplank dan uitzet.

- Jam kerja pelaksanaan :
  - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
  - Total jam kerja  
 = 15 orang x 7 jam/hari = 105 jam/hari

- Kebutuhan mortar 1 : 1 : 4
  - Mortar = Vol. mortar x (kebutuhan mortar : 1 m<sup>3</sup>)  
 = 225,5 m<sup>3</sup> x (0,33 : 1 m<sup>3</sup>)  
 = 71,03 m<sup>3</sup>
  - Semen = Vol. mortar x (kebutuhan semen : 1 m<sup>3</sup>)  
 = 71,03 m<sup>3</sup> x (8,3 : 1 m<sup>3</sup>)  
 = 589,6 zak
  - Pasir = Vol. mortar x (kebutuhan semen : 1 m<sup>3</sup>)  
 = 71,03 m<sup>3</sup> x (1,16 : 1 m<sup>3</sup>)  
 = 82,4 m<sup>3</sup>

- Produktivitas

Berdasarkan buku Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedrajat S, jam kerja memasang batu untuk 4 orang tukang adalah 0,089 m<sup>3</sup>/jam

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \frac{\text{Jam kerja total}}{\text{jam memasang batu}} \\ &= \frac{105}{0,089} \\ &= 1183,1 \text{ m}^3/\text{hari} \end{aligned}$$

- Durasi =  $\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}}$   

$$= \frac{1220 \text{ m}^3}{1183 \text{ m}^3/\text{hari}}$$

$$= 1,03 \approx 2 \text{ hari}$$

➤ **Perhitungan Biaya**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :

- Biaya Material

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

- Batu = Rp 118.000/m<sup>3</sup>
- Semen portland = Rp 50.000/zak
- Pasir pasang = Rp 250.000/m<sup>3</sup>

Data kebutuhan material adalah sebagai berikut :

$$\text{- Batu} = 1219,87 \text{ m}^3$$

$$\text{- Semen portland} = 589,63 \text{ zak}$$

$$\text{- Pasir pasang} = 82,41 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= (1219,87 \times \text{Rp } 118.000) + (589,63 \times \text{Rp } 50.000) + ( \\ &\quad 82,41 \times \text{Rp } 250.000) \\ &= \text{Rp } 194.027.340,- \end{aligned}$$

- Upah Pekerja :

$$\begin{aligned} \text{- Mandor} &= 1 \text{ Orang} \times \text{Rp } 120.000 \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 240.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Tukang} &= 4 \text{ Orang} \times \text{Rp } 108.000 \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 864.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Pembantu Tukang} &= 10 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 1.900.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 240.000 + \text{Rp } 864.000 + \text{Rp } 1.900.000 \\ &= \text{Rp } 4.635.000,- \end{aligned}$$

- Upah Alat :

$$\begin{aligned} \text{- Sewa mesin pengaduk} &= 1 \text{ buah} \times \text{Rp. } 250.000 \times 2 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 500.000,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Trowel} &= 4 \text{ buah} \times \text{Rp. } 27.500 \\ &= \text{Rp } 110.000,- \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 500.000 + \text{Rp } 110.000 \\ &= \text{Rp } 610.000,- \end{aligned}$$

- Total Biaya :

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 194.027.340,- + \text{Rp } 4.635.000,- + \text{Rp } 610.000,- \\ &= \text{Rp } 197.641.340,- \end{aligned}$$

#### 5.2.4. Pekerjaan Bore Pile

Pekerjaan pondasi bore pile terbagi dalam beberapa tahapan yakni: tahapan pertama pengeboran menggunakan metode *dry drilling* yaitu pengeboran dilakukan dengan mata bor. Tahapan kedua dilakukan pemasangan besi tulangan. Tahapan ke-tiga dilakukan pengecoran bore-pile sesuai perhitungan volume.

##### A. Pekerjaan Pengeboran Bore Pile

Pekerjaan *Bore Pile* dikerjakan dengan alat berat SF-50 *Hydraulic CFA Rotary Rig* dan dibantu dengan tenaga manusia Zona 1

- SF-50 Hydraulic CFA Rotary Rig = 2 buah
- Spec Alat Berat :
  - Merk : Soilmec
  - Model : SF-50 Hydraulic CFA Rotary Rig
  - Diameter max : 900 mm
  - Kedalaman max : 25 m

➤ **Perhitungan Durasi**

- Data Teknik :
  - Kedalaman bore pile = 21 m
  - Jumlah titik bore pile = 188 titik
- Perhitungan Cycle Time :
  - Waktu cek titik bore pile = 2 menit
  - Waktu persiapan alat = 2 menit
  - Waktu cek ketegakan alat = 3 menit
  - Waktu untuk pasang casing = 10 menit
  - Waktu untuk pengeboran = 15 menit
  - Waktu untuk cleaning = 5 menit
  - Waktu Instalasi besi = 5 menit
  - Waktu untuk pengecoran = 20 menit
  - Waktu untuk tark casing = 10 menit

Total waktu total = 71,80 menit  
= 1,19 jam

- Kapasitas Produksi Alat per Hari :
  - Jam kerja efektif = 7 jam
  - Kapasitas prod. =  $\frac{\text{Jam kerja efektif}}{\text{cycle time}}$   
=  $\frac{7 \text{ jam}}{1,19 \text{ jam}}$

$$= 6 \text{ titik / hari}$$

- Kapasitas produksi total = jumlah alat x kapasitas prod.  
 $= 2 \times 6 \text{ titik/hari}$   
 $= 12 \text{ titik/hari}$

- Total Waktu Bore Pile =  $\frac{\text{Jumlah titik bore pile}}{\text{kapasitas prod.total}}$   
 $= \frac{188}{12}$   
 $= 16 \text{ hari}$

- Durasi pengeboran =  $\frac{\text{Waktu siklus bor x jumlah bore pile}}{\text{jumlah alat bor}}$   
 $= \frac{47 \text{ menit x } 188 \text{ titik}}{2}$   
 $= 73,63 \text{ jam}$   
 $= 11 \text{ hari}$

#### ➤ **Perhitungan Biaya**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :

- Upah Pekerja :
  - Operator = 2 Orang x Rp 150.000 x 11 hari  
 $= \text{Rp } 3.300.000,-$
- Upah Alat :
  - Sewa alat bor = 2 buah x Rp. 1.200.000 x 11 hari  
 $= \text{Rp } 26.400.000,-$
- Total Biaya :
  - Biaya = Rp 3.300.000,- + Rp 26.400.000,-  
 $= \text{Rp } 29.700.000,-$

### **B. Pekerjaan Pembesian Bore Pile**

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan pemotongan, pembengkokan dan kaitan, serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pembesian diambil dari pekerjaan pembesian *Bore Pile* Zona 1.

#### ➤ **Perhitungan Durasi**

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,0003 OH
  - Tukang = 0,007 OH
  - P. Tukang = 0,007 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,0003}{0,0003} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian *bore pile*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 10 tukang, dan 8 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi (Potong, kait, bengkok) dan 15 pembantu tukang untuk pekerjaan pemasangan.

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
  - Total jam kerja pekerjaan fabrikasi  
= 19 orang x 7 jam/hari = 133 jam/hari
  - Total jam kerja pekerjaan pemasangan  
= 15 orang x 7 jam/hari = 105 jam/hari
- Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam (Soedrajat, 1984) oleh satu orang pekerja.

- Data jumlah potongan :
  - D25 = 6267 buah
  - Ø 10 = 314 buah
- Produktivitas pemotongan tulangan :
  - $$D25 = \frac{133}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 6650 \text{ buah/hari}$$
  - $$\text{Ø}10 = \frac{133}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 6650 \text{ buah/hari}$$



$$\begin{aligned}
 - \text{Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{8750 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{8750 \text{ buah/hari}} \\
 &= \frac{6267}{6650 \text{ buah/hari}} + \frac{314}{6650 \text{ buah/hari}} \\
 &= 0,91 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Pembengkokan

Durasi pembengkokan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D25 = 1,85 \text{ jam}$$

$$\emptyset 10 = 1,15 \text{ jam}$$

- Data jumlah bengkokan :

$$D25 = 0 \text{ buah}$$

$$\emptyset 10 = 100.768 \text{ buah}$$

- Produktivitas pembengkokan tulangan utama :

$$= \frac{133}{1,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 7.189 \text{ buah/hari}$$

Produktivitas pembengkokan tulangan sengkang :

$$= \frac{133}{1,15 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 11.565 \text{ buah/hari}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{10448 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{9459 \text{ buah/hari}} \\
 &= \frac{0}{7.189 \text{ buah/hari}} + \frac{100.768}{11.565 \text{ buah/hari}} \\
 &= 8,71 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Pengkaitan

Durasi pengkaitan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D25 = 3 \text{ jam}$$

$$\emptyset 10 = 1,85 \text{ jam}$$

- Data jumlah kaitan :

$$D25 = 0 \text{ buah}$$

$$\emptyset 10 = 628 \text{ buah}$$

- Produktivitas pengkaitan tulangan utama :

$$= \frac{133}{3 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 4433 \text{ buah/hari}$$

Produktivitas pengkaitan tulangan sengkang :

$$= \frac{133}{1,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 7189 \text{ buah/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{- Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{7.663 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{17.652 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{4433 \text{ buah/hari}} + \frac{628}{7189 \text{ buah/hari}} \\ &= 0,09 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{➤ Total durasi fabrikasi tulangan } \textit{bore pile} &= 0,91 + 8,71 + 0,09 \\ &= 10 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Pemasangan

Durasi pemasangan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D25 : 0-3 \text{ m} = 6,75 \text{ jam}$$

$$3-6 \text{ m} = 8,5 \text{ jam}$$

$$6-9 \text{ m} = 10 \text{ jam}$$

$$\text{Ø}10 : 0-3 \text{ m} = 4,75 \text{ jam}$$

$$3-6 \text{ m} = 6 \text{ jam}$$

$$6-9 \text{ m} = 7 \text{ jam}$$

- Data jumlah pasang :

$$D25 = 6.267 \text{ buah}$$

$$\text{Ø} 10 = 314 \text{ buah}$$

- Produktivitas pemasangan tulangan utama :

$$= \frac{105}{8,5 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 1.448 \text{ buah/hari}$$

Produktivitas pemasangan tulangan sengkang :

$$= \frac{105}{4,75 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 2.211 \text{ buah/hari}$$

$$\text{- Durasi} = \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{1.448 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{2.211 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{6267}{1.448 \text{ buah/hari}} + \frac{314}{2.211 \text{ buah/hari}}$$

$$= 5 \text{ hari}$$

➤ Total durasi pemasangan tulangan *bore pile* = 5 hari

➤ **Perhitungan Biaya Fabrikasi**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :

• **Biaya Material**

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

- Besi = Rp 9.000/kg
- Kawat pengikat = Rp 12.200/kg

Data kebutuhan material adalah sebagai berikut :

- Besi = 291.851,99 kg
- Semen portland = 23.348 kg

$$\text{Biaya} = (291.851,99 \times \text{Rp } 9.000) + (23.348 \times \text{Rp } 12.200)$$

$$= \text{Rp } 2.911.515.488,-$$

• **Upah Pekerja :**

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 10 hari  
= Rp 1.200.000
- Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 10 hari  
= Rp 10.800.000
- Pembantu Tukang = 8 Orang x Rp 95.000 x 10 hari  
= Rp 7.600.000

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 1.200.000 + \text{Rp } 10.800.000 + \text{Rp } 7.600.000$$

$$= \text{Rp } 19.600.000,-$$

• **Upah Alat :**

- Sewa bar cutter = 5 buah x Rp. 100.000 x 10 hari  
= Rp 5.000.000,-
- Sewa bar bender = 5 buah x Rp. 100.000 x 10 hari  
= Rp 5.000.000,-

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 5.000.000,- + \text{Rp } 5.000.000,-$$

$$= \text{Rp } 10.000.000,-$$

- Total Biaya :  
 Biaya = Rp 2.911.515.488,-+ Rp 19.600.000,-+ Rp 10.000.000,-  
 = Rp 2.941.115.488,-
- **Perhitungan Biaya Pemasangan**  
 Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :
- Upah Pekerja :  
 - Pembantu Tukang = 15 Orang x Rp 95.000 x 5 hari  
 = Rp 7.125.000
- Total Biaya :  
 Biaya = Rp 7.125.000,-

### C. Pekerjaan Pengecoran Bore Pile

Pengecoran bore pile menggunakan alat bantu *concrete pump*

- Spec Alat Berat
  - Model : Kyokuto PY-100-26-S *Concrete Boom Pump*
  - *Delivery Capacity* : 57 m<sup>3</sup>/jam

#### ➤ Perhitungan Durasi

- Volume beton = 1945,4 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,010 OH
  - Tukang = 0,350 OH
  - P. Tukang = 0,350 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,010}{0,010} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,350}{0,010} = 35$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,350}{0,010} = 35$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran *bore pile*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 2 tukang, dan 4 pembantu tukang.

- Kapasitas produksi *concrete pump* :
  - Efisiensi Kerja = 0,81
  - Kapasitas produksi = delivery capacity x EK
 
$$= 57 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,81$$

$$= 46,17 \text{ m}^3/\text{jam}$$
  - Kapasitas produksi *truck mixer* :  $10 \text{ m}^3$
  - Kebutuhan =  $\frac{\text{Volume beton}}{\text{kapasitas produksi}}$ 

$$= \frac{1945 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3}$$

$$= 195 \text{ buah}$$
- Durasi
  - Durasi persiapan
    1. Pengaturan posisi = 2 menit
    2. Pemasangan selang pompa = 5 menit
    3. Waktu tunggu pompa = 5 menit
    4. Pergantian antar truck = jumlah truck x 3 menit
 
$$= 195 \times 3 \text{ menit}$$

$$= 585 \text{ menit}$$
    5. Waktu pengujian slump = jumlah truck x 3 menit
 
$$= 195 \times 3 \text{ menit}$$

$$= 585 \text{ menit}$$

Total durasi persiapan = 1.182 menit
  - Durasi operasional =  $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{kapasitas produksi}}$ 

$$= \frac{1945 \text{ m}^3}{46,17 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 42,14 \text{ jam}$$

$$= 2.528 \text{ menit}$$
  - Durasi pasca pelaksanaan

1. Pembersihan pompa = 5 menit
2. Pembongkaran pompa = 5 menit
3. Perpindahan alat = 2 menit
4. Persiapan kembali = 2 menit

Total durasi pasca pelaksanaan = 14 menit

$$\begin{aligned}
 \text{- Durasi Total} &= \text{persiapan} + \text{operasional} + \text{pasca pelaksanaan} \\
 &= 1182 + 2528 + 14 \\
 &= 3724 \text{ menit} \\
 &= 9 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

### ➤ **Perhitungan Biaya**

#### • **Biaya Material**

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

$$\text{- Beton ready mix} = \text{Rp } 700.000/\text{m}^3$$

Data kebutuhan material adalah sebagai berikut :

$$\text{- Beton ready mix} = 1945,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Biaya} = (1945,44 \times \text{Rp } 700.000)$$

$$= \text{Rp } 1.361.810.604,-$$

#### • **Upah Pekerja :**

$$\text{- Mandor} = 1 \text{ Orang} \times \text{Rp } 120.000 \times 9 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 1.080.000$$

$$\text{- Tukang} = 2 \text{ Orang} \times \text{Rp } 108.000 \times 9 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 1.944.000$$

$$\text{- Pembantu Tukang} = 4 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 9 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 3.420.000$$

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 1.080.000 + \text{Rp } 1.944.000 + \text{Rp } 3.420.000$$

$$= \text{Rp } 6.444.000,-$$

#### • **Upah Alat :**

$$\text{- Sewa concrete pump} = 1 \text{ buah} \times \text{Rp } 333.333 \times 9 \text{ hari}$$

$$= \text{Rp } 3.000.000,-$$

#### • **Total Biaya :**

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya} &= \text{Rp } 1.361.810.604,- + \text{Rp } 6.444.000,- + \text{Rp } \\
 &\quad 3.000.000,-
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 1.371.254.604,-$$

### 5.2.5. Urugan Pasir Bawah Pile Cap

- Volume urugan =  $140,267 \text{ m}^3$
- Spec Alat Berat :
  - Tipe alat : KOBELCO SK 850LC
  - Kapasitas *bucket* :  $5,4 \text{ m}^3$
  - Koefisien alat : 0,81

#### ➤ Perhitungan Durasi

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,02 OH
  - Tukang = 0,05 OH
  - P. Tukang = 0,75 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,02}{0,02} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,05}{0,02} = 2$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,75}{0,02} = 30$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran *bore pile*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 1 tukang, dan 14 pembantu tukang.

- Produksi per siklus (q) = kap. Bucket x Faktor bucket
  - =  $5,4 \text{ m}^3 \times 0,8$
  - =  $4,32 \text{ m}^3$
- Waktu Siklus (Cm)
  - Berdasarkan tabel didapat :
  - Waktu gali = 13 detik
  - Waktu putar = 5 detik
  - Waktu buang = 7 detik
  - Waktu Siklus (Cm) = Waktu gali + (2 x waktu putar) + waktu buang

$$= 13 + (2 \times 5) + 7$$

$$= 30 \text{ detik} = 0,5 \text{ menit}$$

- Produktivitas Alat (Q)

$$Q = \frac{q \times 3600 \text{ detik/jam} \times \text{Koef. Alat}}{C_m}$$

$$= \frac{4,32 \times 3600 \text{ detik/jam} \times 0,81}{30}$$

$$= 419,9 \text{ m}^3/\text{jam}$$

- Perhitungan durasi =  $\frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas}}$
- $$= \frac{140,26 \text{ m}^3}{419,9 \text{ m}^3/\text{jam}}$$
- $$= 1 \text{ jam}$$
- $$= 1 \text{ hari}$$

### ➤ Perhitungan Biaya

- Upah Pekerja :

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 1 hari  
= Rp 120.000
- Operator = 1 Orang x Rp 150.000 x 1 hari  
= Rp 150.000
- Pembantu Tukang = 14 Orang x Rp 95.000 x 1 hari  
= Rp 1.330.000

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 120.000 + \text{Rp } 150.000 + \text{Rp } 1.330.000$$

$$= \text{Rp } 1.600.000,-$$

- Upah Alat :

- Sewa *excavator* = 1 buah x Rp. 1.260.000 x 1 hari  
= Rp. 1.260.000,-
- Sekop = 14 buah x Rp. 80.000  
= Rp. 1.120.000,-

$$\text{Biaya} = \text{Rp. } 1.260.000 + \text{Rp. } 1.120.000$$

$$= \text{Rp } 2.380.000,-$$

- Total Biaya :

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 1.600.000,- + \text{Rp } 2.380.000,-$$

$$= \text{Rp } 3.980.000,-$$



### 5.2.6. Pekerjaan Pile Cap & Sloof

#### A. Pekerjaan Bekisting Pile Cap & Sloof

##### ➤ Perhitungan Durasi

- Data Perencanaan

Luas total bekisting batako = 705,8 m<sup>2</sup>

Jumlah Batu-bata yang diperlukan =  $\frac{705,8 \text{ m}^2}{0,4 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}} = 8823$  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 :

- Kebutuhan Batako

$$= \frac{705,8 \text{ m}^2}{0,4 \text{ m} \times 0,2 \text{ m}} = 8823 \text{ blok}$$

- Volume Mortar

$$= \text{Vol. Batako} \times (\text{Keperluan Mortar:} 1000 \text{ blok})$$

$$= 8823 \text{ blok} \times (0,42 \text{ m}^3 : 1000 \text{ blok}) = 3,71 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan Semen

$$= \text{Vol. Mortar} \times (\text{Keperluan Semen :} 1 \text{ m}^3)$$

$$= 3,71 \text{ m}^3 \times (11,75 : 1 \text{ m}^3) = 43,54 \text{ Zak}$$

*Keterangan :*

$$\text{Keperluan semen } 11,75 \text{ zak} / 1 \text{ m}^3$$

- Kebutuhan Pasir

$$= \text{Vol. Mortar} \times (\text{Keperluan pasir :} 1 \text{ m}^3)$$

$$= 3,71 \text{ m}^3 \times (1,3 : 1 \text{ m}^3) = 4,82 \text{ m}^3$$

*Keterangan :*

$$\text{Keperluan pasir } 1,08 \text{ m}^3 / 1 \text{ m}^3$$

- Produktivitas pekerjaan pemasangan bekisting batu-bata adalah :

$$- 1 \text{ Tukang pasang batu} = \frac{2,5+5}{2} \text{ jam} / 100 \text{ blok}$$

- = 3.75 jam/100 blok
- 1 Tukang 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
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,030 OH
  - Tukang = 0,200 OH
  - P. Tukang = 0.300 OH
- Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :
  - Mandor =  $\frac{0,030}{0,030} = 1$  pekerja
  - Tukang =  $\frac{0,200}{0,030} = 7$  pekerja
  - P. Tukang =  $\frac{0,300}{0,030} = 10$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor, 6 tukang dan 6 pembantu tukang untuk pekerjaan bekisting pilecap dan sloof.

- Jam Kerja
  - 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
  - Jam kerja = 7 jam x (1+6+6) orang  
= 91 jam/hari
- Produktivitas :
  - $$Tukang\ Batu = \frac{42 \frac{jam}{hari} \times 100\ blok}{\frac{3,75\ jam}{100\ blok}} = 1120\ blok/hari$$
  - $$P.\ Tukang = \frac{42 \frac{jam}{hari} \times 100\ blok}{\frac{3,75\ jam}{100\ blok}} = 1120\ blok/hari$$
- Total Durasi :
  - $$Pemasangan\ Blok = \frac{Jumlah\ Total\ Balok}{Produktivitas\ Total}$$

$$= \frac{8823 \text{ blok}}{2240 \text{ blok/hari}} = 4 \text{ hari}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan pemasangan bekisting batako Pile Cap dan Sloof zona 1 adalah 4 hari.

### ➤ **Perhitungan Biaya**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :

#### • **Biaya Material**

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

Semen	= 43,54 zak x Rp. 50.000
	= Rp. 2.177.075
Batako	= 8823 x Rp. 1.000
	= Rp. 8.823.000
Pasir	= 4,82 m <sup>3</sup> x Rp. 250.000
	= Rp. 1.204.340

Total Biaya Bahan = Rp. 12.204.415

#### • **Upah Pekerja :**

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 4 hari = Rp 480.000
- Tukang = 6 Orang x Rp 108.000 x 4 hari = Rp 2.592.000
- Pembantu Tukang = 6 Orang x Rp 95.000 x 4 hari

= Rp 2.280.000

Total Upah Pekerja = Rp. 5.352.000

#### • **Upah Alat :**

- Sewa mesin pengaduk = 1 buah x Rp. 250.000 x 4 hari
- = Rp 1.000.000,-
- Trowel = 4 buah x Rp. 27.500 = Rp 110.000,-

Total Biaya Alat = Rp. 1.110.000

#### • **Total Biaya :**

Biaya = Rp 12.204.415 + Rp 5.352.000 + Rp 1.110.000  
= Rp 18.666.415

## **B. Pekerjaan Pembesian Pilecap & Sloof**

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan pemotongan, pembengkokan dan kaitan, serta pemasangan

tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pembesian diambil dari pekerjaan pembesian *Pile Cap dan Sloof* Zona 1.

➤ **Perhitungan Durasi**

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Mandor = 0,0003 OH
- Tukang = 0,007 OH
- P. Tukang = 0,007 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,0003}{0,0003} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian *pilecap dan sloof*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 10 tukang, dan 8 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi (Potong, kait, bengkok) dan 15 pembantu tukang untuk pekerjaan pemasangan.

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
- Total jam kerja pekerjaan fabrikasi  
= 19 orang x 7 jam/hari = 133 jam/hari
- Total jam kerja pekerjaan pemasangan  
= 15 orang x 7 jam/hari = 105 jam/hari

- Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam (Soedrajat, 1984) oleh satu orang pekerja.

- Data jumlah potongan :

D25 = 750 buah ; D19 = 300 buah ; D16 = 5242 buah  
Ø 8 = 93 buah ; Ø 10 = 2767 buah ; Ø 12 = 12 buah

- Produktivitas pemotongan tulangan :

D25;D19;D16;Ø12 =  $\frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$

$$\begin{aligned} &= 6650 \text{ buah/hari} \\ \text{Ø10;Ø8} &= \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} \\ &= 6650 \text{ buah/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{8750 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{8750 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{6385 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}} + \frac{2779 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}} \\ &= 1,38 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Pembengkokan

Durasi pembengkokan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D25 = 1,85 \text{ jam} ; D19 = 1,50 \text{ jam} ; D16 = 1,50 \text{ jam}$$

$$\text{Ø } 8 = 1,15 \text{ jam} ; \text{Ø } 10 = 1,15 \text{ jam} ; \text{Ø } 12 = 1,15 \text{ jam}$$

- Data jumlah bengkokan :

$$D25 = 0 \text{ buah} ; D19 = 0 \text{ buah} ; D16 = 10484 \text{ buah}$$

$$\text{Ø } 8 = 279 \text{ buah} ; \text{Ø } 10 = 8301 \text{ buah} ; \text{Ø } 12 = 0 \text{ buah}$$

- Produktivitas pembengkokan tulangan utama :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{2,36 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 8.867 \text{ buah/hari}$$

- Produktivitas pembengkokan tulangan sengkang :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,15 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 11.565 \text{ buah/hari}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{8.867 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{11.565 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{6385}{8.867 \text{ buah/hari}} + \frac{8.301}{11.565 \text{ buah/hari}} \\ &= 1,93 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Pengkaitan

Durasi pengkaitan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D25 = 3,00 \text{ jam} ; D19 = 2,30 \text{ jam} ; D16 = 2,30 \text{ jam}$$

$$\text{Ø } 8 = 1,85 \text{ jam} ; \text{Ø } 10 = 1,85 \text{ jam} ; \text{Ø } 12 = 1,85 \text{ jam}$$

- Data jumlah kaitan :

$$D25 = 0 \text{ buah} ; D19 = 0 \text{ buah} ; D16 = 0 \text{ buah}$$

$$\text{Ø } 8 = 279 \text{ buah} ; \text{Ø } 10 = 8301 \text{ buah} ; \text{Ø } 12 = 0 \text{ buah}$$

- Produktivitas pengkaitan tulangan utama :
 
$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{6,88 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 5630 \text{ buah/hari}$$
- Produktivitas pengkaitan tulangan sengkang :
 
$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 7189 \text{ buah/hari}$$
- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{5630 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{7189 \text{ buah/hari}}$ 

$$= \frac{0}{5630 \text{ buah/hari}} + \frac{8301}{7189 \text{ buah/hari}}$$

$$= 1,20 \text{ hari}$$

Total durasi fabrikasi tulangan *Pilecap dan Sloof*

$$= 1,38 \text{ hari} + 1,93 \text{ hari} + 1,20 \text{ hari} = 5 \text{ hari}$$

- Pemasangan

Durasi pemasangan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D25 = 8,25 \text{ jam} ; D19 = 7,25 \text{ jam} ; D16 = 7,25 \text{ jam}$$

$$\emptyset 8 = 4,75 \text{ jam} ; \emptyset 10 = 4,75 \text{ jam} ; \emptyset 12 = 4,75 \text{ jam}$$

- Data jumlah pasang :

$$D25 = 750 \text{ buah} ; D19 = 300 \text{ buah} ; D16 = 5242 \text{ buah}$$

$$\emptyset 8 = 93 \text{ buah} ; \emptyset 10 = 2767 \text{ buah} ; \emptyset 12 = 12 \text{ buah}$$

Produktivitas pemasangan tulangan utama :

$$= \frac{105}{6,88 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 1527 \text{ buah/hari}$$

Produktivitas pemasangan tulangan sengkang :

$$= \frac{105}{4,75 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 2.211 \text{ buah/hari}$$

- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{1527 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{2.211 \text{ buah/hari}}$ 

$$= \frac{6385}{1527 \text{ buah/hari}} + \frac{2779}{2.211 \text{ buah/hari}}$$

$$= 6 \text{ hari}$$

Total durasi pemasangan tulangan *Pilecap dan Sloof* = 5 hari

➤ **Perhitungan Biaya Fabrikasi**

• **Biaya Material**

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Besi Beton} &= 106.797,75 \text{ kg} \times \text{Rp. } 9.000 \\ &= \text{Rp}961.179.760 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bendrat} &= 8543,82 \times \text{Rp. } 12.200 \\ &= \text{Rp}104.234.605 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 1.065.414.366$$

• **Upah Pekerja :**

$$\text{- Mandor} = 1 \text{ Orang} \times \text{Rp } 120.000 \times 5 \text{ hari} = \text{Rp } 600.000$$

$$\text{- Tukang} = 10 \text{ Orang} \times \text{Rp } 108.000 \times 5 \text{ hari} = \text{Rp } 5.400.000$$

$$\begin{aligned} \text{- Pembantu Tukang} &= 8 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 5 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 3.800.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Upah Pekerja} = \text{Rp. } 9.800.000$$

• **Upah Alat :**

$$\begin{aligned} \text{- Bar Bender} &= 5 \text{ buah} \times \text{Rp. } 100.000 \times 5 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 2.500.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{- Bar Cutter} &= 5 \text{ buah} \times \text{Rp. } 100.000 \times 5 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 2.500.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Alat} = \text{Rp. } 5.000.000$$

• **Total Biaya :**

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= \text{Rp } 1.065.414.366 + \text{Rp } 9.800.000 + \text{Rp } 5.000.000 \\ &= \text{Rp } 1.080.214.366 \end{aligned}$$

➤ **Perhitungan Biaya Pemasangan**

• **Upah Pekerja :**

$$\begin{aligned} \text{- Pembantu Tukang} &= 15 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 6 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 8.550.000 \end{aligned}$$

• **Total Biaya :**

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 8.550.000$$

**C. Pekerjaan Pengecoran Pilecap**

Pengecoran Pilecap dan Sloof menggunakan alat bantu *concrete pump*:

• **Spec Alat Berat**

- Model : Kyokuto PY-100-26-S *Concrete Pump*
- *Delivery Capacity* : 57 m<sup>3</sup>/jam

➤ **Perhitungan Durasi**

- Volume beton = 1006,147,4 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,010 OH
  - Tukang = 0,350 OH
  - P. Tukang = 0,350 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,010}{0,010} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,350}{0,010} = 35$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,350}{0,010} = 35$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran *pilecap dan sloof*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 2 tukang, dan 4 pembantu tukang.

- Kapasitas produksi *concrete pump* :
  - Efisiensi Kerja = 0,81
  - Kapasitas produksi = delivery capacity x EK
 
$$= 57 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,81$$

$$= 46,17 \text{ m}^3/\text{jam}$$
  - Kapasitas produksi *truck mixer* : 10 m<sup>3</sup>
  - Kebutuhan =  $\frac{\text{Volume beton}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{1006,147 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 101$  buah
- Durasi
  - Durasi persiapan
    1. Pengaturan posisi = 2 menit
    2. Pemasangan selang pompa = 5 menit
    3. Waktu tunggu pompa = 5 menit
    4. Pergantian antar truck = jumlah truck x 3 menit
 
$$= 101 \times 3 \text{ menit}$$



$$= 303 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} 5. \text{ Waktu pengujian slump} &= \text{jumlah truck} \times 3 \text{ menit} \\ &= 101 \times 3 \text{ menit} \\ &= 303 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\text{Total durasi persiapan} = 618 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Durasi operasional} &= \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{kapasitas produksi}} \\ &= \frac{1006,147 \text{ m}^3}{46,17 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 21,79 \text{ jam} \\ &= 1.307,534 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Durasi pasca pelaksanaan

1. Pembersihan pompa = 5 menit
2. Pembongkaran pompa = 5 menit
3. Perpindahan alat = 2 menit
4. Persiapan kembali = 2 menit

$$\text{Total durasi pasca pelaksanaan} = 14 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Durasi Total} &= \text{persiapan} + \text{operasional} + \text{pasca pelaksanaan} \\ &= 618 + 1307 + 14 \\ &= 1940 \text{ menit} \\ &= 5 \text{ hari} \end{aligned}$$

### ➤ **Perhitungan Biaya**

#### • **Biaya Material**

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} - \text{ Beton ready mix} &= \text{Rp } 700.000/\text{m}^3 \times 1006,15 \text{ m}^3 \\ &= \text{Rp } 704.303.025 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 704.303.025$$

#### • **Upah Pekerja :**

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 5 hari  
= Rp 600.000
- Tukang = 2 Orang x Rp 108.000 x 5 hari  
= Rp 1.080.000

- Pembantu Tukang = 4 Orang x Rp 95.000 x 5 hari  
= Rp 1.900.000
- Total Upah Pekerja = Rp 3.580.000
- Upah Alat :
  - Sewa *concrete pump* = 1 buah x Rp. 333.333 x 5 hari  
= Rp1.666.667
  - Sewa *vibrator* = 1 buah x Rp. 23.333 x 5 hari  
= Rp 350.000
- Total Upah Pekerja = Rp 2.016.667
- Total Biaya :
  - Biaya = Rp 704.303.025 + Rp 3.580.000 + Rp 2.016.667  
= Rp 709.899.691

### 5.2.7. Pekerjaan Kolom Basement

#### A. Pekerjaan Pembesian Kolom Basement

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan pemotongan, pembengkokan dan kaitan, serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pembesian diambil dari pekerjaan pembesian *Kolom Basement* Zona 1.

#### ➤ Perhitungan Durasi

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,0003 OH
  - Tukang = 0,007 OH
  - P. Tukang = 0,007 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,0003}{0,0003} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian *Kolom Basement*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 10 tukang, dan 8 pembantu tukang untuk pekerjaan

fabrikasi (Potong, kait, bengkok) dan 15 pembantu tukang untuk pekerjaan pemasangan.

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
- Total jam kerja pekerjaan fabrikasi  
= 19 orang x 7 jam/hari = 133 jam/hari
- Total jam kerja pekerjaan pemasangan  
= 15 orang x 7 jam/hari = 105 jam/hari

- Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam (Soedrajat, 1984) oleh satu orang pekerja.

- Data jumlah potongan :

$$D_{25} = 1290 \text{ buah} ; D_{19} = 80 \text{ buah} ; D_{16} = 1030 \text{ buah}$$

$$\emptyset 10 = 4512 \text{ buah}$$

- Produktivitas pemotongan tulangan :

$$D_{25}; D_{19}; D_{16} = \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 6650 \text{ buah/hari}$$

$$\emptyset 10 = \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$$

$$= 6650 \text{ buah/hari}$$

- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{81290 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{81290 \text{ buah/hari}}$
- $$= \frac{1370 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}} + \frac{4512 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}}$$
- $$= 0,88 \text{ hari}$$

- Pembengkokan

Durasi pembengkokan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D_{25} = 1,85 \text{ jam} ; D_{19} = 1,50 \text{ jam} ; D_{16} = 1,50 \text{ jam}$$

$$\emptyset 10 = 1,15 \text{ jam}$$

- Data jumlah bengkokan :

$$D_{25} = 1290 \text{ buah} ; D_{19} = 80 \text{ buah} ; D_{16} = 0 \text{ buah}$$

$$\emptyset 10 = 13536 \text{ buah}$$

- Produktivitas pembengkokan tulangan utama :  

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{4,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 2742 \text{ buah/hari}$$
- Produktivitas pembengkokan tulangan sengkang :  

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,15 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 11.565 \text{ buah/hari}$$
- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{2742 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{11.565 \text{ buah/hari}}$   

$$= \frac{1370}{2742 \text{ buah/hari}} + \frac{13.536}{11.565 \text{ buah/hari}}$$
  

$$= 1,67 \text{ hari}$$

- Pengkaitan

Durasi pengkaitan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

D25 = 3,00 jam ; D19 = 2,30 jam; D16 = 2,30 jam  
 10 = 1,85 jam;

- Data jumlah kaitan :  
 D25 = 1290 buah ; D19 = 80 buah ; D16 = 2060 buah  
 $\emptyset 10 = 9024 \text{ buah}$
- Produktivitas pengkaitan tulangan utama :  

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{2,53 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 5250 \text{ buah/hari}$$
- Produktivitas pengkaitan tulangan sengkang :  

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 7189 \text{ buah/hari}$$
- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{5250 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{7189 \text{ buah/hari}}$   

$$= \frac{1370}{5250 \text{ buah/hari}} + \frac{9024}{7189 \text{ buah/hari}}$$
  

$$= 1,52 \text{ hari}$$

Total durasi fabrikasi tulangan *Kolom Basement*

= 0,88 hari + 1,67 hari + 1,52 hari = 5 hari

- Pemasangan

Durasi pemasangan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

D25 = 8,25 jam ; D19 = 7,25 jam; D16 = 7,25 jam

$$\emptyset 10 = 4,75 \text{ jam}$$

- Data jumlah pasang :

$$D25 = 1290 \text{ buah ; } D19 = 80 \text{ buah ; } D16 = 1030 \text{ buah}$$

$$\emptyset 10 = 4512 \text{ buah}$$

Produktivitas pemasangan tulangan utama :

$$= \frac{105}{7,67 \text{ jam / 100 buah}} \times 100 \text{ buah} = 1370 \text{ buah/hari}$$

Produktivitas pemasangan tulangan sengkang :

$$= \frac{105}{4,75 \text{ jam / 100 buah}} \times 100 \text{ buah} = 2.211 \text{ buah/hari}$$

- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{1370 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{2.211 \text{ buah/hari}}$   
 $= \frac{1370}{1370 \text{ buah/hari}} + \frac{4512}{2.211 \text{ buah/hari}}$   
 $= 5 \text{ hari}$

Total durasi pemasangan tulangan *Kolom Basement* = 5 hari

### ➤ Perhitungan Biaya Fabrikasi

- Biaya Material

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Besi Beton} &= 44.571,22 \text{ kg} \times \text{Rp. } 9.000 \\ &= \text{Rp } 401.140.993 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bendrat} &= 3565,7 \times \text{Rp. } 12.200 \\ &= \text{Rp } 43.501.512 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 444.642.505$$

- Upah Pekerja :

$$\text{- Mandor} = 1 \text{ Orang} \times \text{Rp } 120.000 \times 5 \text{ hari} = \text{Rp } 600.000$$

$$\text{- Tukang} = 10 \text{ Orang} \times \text{Rp } 108.000 \times 5 \text{ hari} = \text{Rp } 5.400.000$$

$$\begin{aligned} \text{- Pembantu Tukang} &= 8 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 5 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 3.800.000 \end{aligned}$$

$$\text{Total Upah Pekerja} = \text{Rp. } 9.800.000$$

- Upah Alat :

$$\begin{aligned} \text{- Bar Bender} &= 5 \text{ buah} \times \text{Rp. } 100.000 \times 5 \text{ hari} \\ &= \text{Rp } 2.500.000 \end{aligned}$$

$$\text{- Bar Cutter} = 5 \text{ buah} \times \text{Rp. } 100.000 \times 5 \text{ hari}$$

- = Rp 2.500.000
- Total Biaya Alat = Rp. 5.000.000
- Total Biaya :  
Biaya = Rp 444.642.505 + Rp 9.800.000 + Rp 5.000.000  
= Rp 459.442.505
  - **Perhitungan Biaya Pemasangan**
  - Upah Pekerja :  
- Pembantu Tukang = 15 Orang x Rp 95.000 x hari  
= Rp 7.125.000
  - Total Biaya :  
Biaya = Rp 7.125.000

## B. Pekerjaan Bekisting Kolom Basement

### ➤ Perhitungan Durasi

- Data Perencanaan

Luas total bekisting = 1009,99 m<sup>2</sup>

Keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> 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  $= 0,5 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$
- Memasang/Bongkar  $= \frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 3 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$

- 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 Tukang Batu  $= \frac{2,5+5}{2} \text{ jam} / 100 \text{ blok}$   
 $= 3,75 \text{ jam} / 100 \text{ blok}$
- 1 Pembantu tukang  $= \frac{2,5+5}{2} \text{ jam} / 100 \text{ blok}$   
 $= 3,75 \text{ jam} / 100 \text{ blok}$

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :  
Mandor = 0,006 OH

$$\text{Tukang} = 0,250 \text{ OH}$$

$$\text{P. Tukang} = 0,150 \text{ OH}$$

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

$$\text{Mandor} = \frac{0,006}{0,006} = 1 \text{ pekerja}$$

$$\text{Tukang} = \frac{0,250}{0,006} = 42 \text{ pekerja}$$

$$\text{P. Tukang} = \frac{0,150}{0,006} = 25 \text{ pekerja}$$

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom basement, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor, 10 tukang dan 10 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi bekisting kolom basement. Untuk grup pasang dan bongkar digunakan orang yang sama yakni 10 tukang dan 10 pembantu tukang.

- Jam Kerja

1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga

$$\begin{aligned} \text{Jam kerja Fabrikasi} &= 7 \text{ jam} \times (1+10+10) \text{ orang} \\ &= 147 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jam kerja Pasang/Bongkar} &= 7 \text{ jam} \times (10+10) \text{ orang} \\ &= 140 \text{ jam/hari} \end{aligned}$$

- Produktivitas :

$$\text{Menyetel} = \frac{147 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 245 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Memasang} = \frac{147 \text{ jam/hari}}{3,5 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 400 \text{ m}^2/\text{hari}$$

$$\text{Bongkar} = \frac{140 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 667 \text{ m}^2/\text{hari}$$

- Total Durasi :

$$\text{Menyetel} = \frac{1009,99 \text{ m}^2}{245 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 4,12 \text{ hari}$$

$$\text{Memasang} = \frac{1009,99 \text{ m}^2}{400 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 2,52 \text{ hari}$$

$$\text{Bongkar} = \frac{1009,99 \text{ m}^2}{667 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 1,51 \text{ hari}$$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan fabrikasi bekisting adalah 4 hari. Untuk pemasangan dan

pengolesan oli adalah 3 hari dan untuk pembongkaran adalah 2 hari.

➤ **Perhitungan Biaya Fabrikasi**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :

• Biaya Material

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

Multiplek = 339,29 lembar x Rp. 144.000  
= Rp 48.857.350

Meranti 6/12 = 56,25 batang x Rp. 80.000  
= Rp 4.500.000

Meranti 5/7 = 49 batang x Rp. 39.000  
= Rp 1.911.000

Paku/Kawat = 390,36 kg x Rp. 17.000  
= Rp 6.636.139

Oli = 290,37 liter x Rp. 8.500  
= Rp 2.468.163

Total Biaya Bahan = Rp 64.372.653

• Upah Pekerja :

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 4 hari = Rp 480.000

- Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 4 hari = Rp 4.320.000

- P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 4 hari = Rp 3.800.000

Total Upah Pekerja = Rp. 8.600.000

• Upah Alat :

- Gergaji = 5 buah x Rp. 50.000 = Rp 250.000

- Palu = 5 buah x Rp. 67.000 = Rp 335.000

Total Biaya Alat = Rp. 585.000

• Total Biaya Fabrikasi :

Biaya = Rp 64.372.653 + Rp 8.600.000 + Rp 585.000  
= Rp 73.557.653

➤ **Perhitungan Biaya Pemasangan**

• Upah Pekerja :

- Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 3 hari = Rp 3.240.000

- P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 3 hari = Rp 2.850.000



Total Upah Pekerja = Rp. 6.090.000

➤ **Perhitungan Biaya Bongkar**

- Upah Pekerja :
    - Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 2 hari = Rp 2.160.000
    - P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 2 hari = Rp 1.900.000
- Total Upah Pekerja = Rp. 4.060.000

**C. Pekerjaan Pengecoran Kolom Basement**

Pengecoran Kolom Basement menggunakan alat bantu *tower crane dan bucket cor*:

- Spec Alat Berat
  - Concrete Buckete dengan volume bucket 1 m<sup>3</sup>
  - *Delivery Capacity*

$$= \frac{\text{Vol. Beton: Jml Kolom}}{\text{Vol Bucket}} \times \frac{\text{Waktu siklus TC}}{60 \text{ menit}}$$

$$= \frac{130,194 \text{ m}^3 : 49}{1 \text{ m}^3 / \text{siklus}} \times \frac{382,154 \text{ menit}}{60 \text{ menit}} = 16,923 \text{ m}^3 / \text{jam}$$

➤ **Perhitungan Durasi**

- Volume beton = 130,194 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,010 OH
  - Tukang = 0,350 OH
  - P. Tukang = 0,350 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,010}{0,010} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,350}{0,010} = 35$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,350}{0,010} = 35$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran *Kolom Basement*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 2 tukang, dan 4 pembantu tukang.

- Kapasitas produksi *concrete pump* :
  - Efisiensi Kerja = 0,81

- Kapasitas produksi = delivery capacity x EK  

$$= 16,923 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,81$$

$$= 80\text{m}^3/\text{jam}$$
- Kapasitas produksi *truck mixer* :  $10 \text{ m}^3$
- Kebutuhan =  $\frac{\text{Volume beton}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{130,194 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 14 \text{ buah}$

- Durasi

- Durasi persiapan
  1. Pengaturan posisi = 2 menit
  2. Pergantian antar truck = jumlah truck x 3 menit  

$$= 14 \times 3 \text{ menit}$$

$$= 70 \text{ menit}$$
  3. Waktu pengujian slump = jumlah truck x 3 menit  

$$= 14 \times 3 \text{ menit}$$

$$= 70 \text{ menit}$$

Total durasi persiapan = 145 menit

- Durasi operasional =  $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{kapasitas produksi}}$   

$$= \frac{130,194 \text{ m}^3}{80 \text{ m}^3/\text{jam}}$$

$$= 9,5 \text{ jam}$$

$$= 569,87 \text{ menit}$$

- Durasi Total = persiapan + operasional  

$$= 145 + 569,87 = 715 \text{ menit} = 2 \text{ hari}$$

➤ **Perhitungan Biaya**

- Biaya Material

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

- Beton ready mix = Rp 700.000/m<sup>3</sup> x 30,194 m<sup>3</sup>  

$$= \text{Rp } 91.135.665$$

Total Biaya Bahan = Rp 704.303.025

- Upah Pekerja :

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 2 hari

- = Rp 240.000
- Tukang = 2 Orang x Rp 108.000 x 2 hari  
= Rp 432.000
- P.Tukang = 4 Orang x Rp 95.000 x 2 hari  
= Rp 760.000
- Total Upah Pekerja = Rp 1.432.000
- Upah Alat :
  - Sewa *concrete bucket* = 1 buah x Rp. 100.000 x 2 hari  
= Rp 200.000
  - Sewa *vibrator* = 3 buah x Rp. 23.333 x 2 hari  
= Rp 140.000
  - Total Biaya Alat = Rp 340.000
- Total Biaya :  
Biaya = Rp 91.135.665 + Rp 1.432.000+ Rp 340.000  
= Rp 92.907.665

### 5.2.8. Pekerjaan Balok

#### A. Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 1

##### ➤ Perhitungan Durasi

- Data Perencanaan

Luas total bekisting = 1048,39 m<sup>2</sup>

Keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> 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 jam / 10m<sup>2</sup>
- Memasang/Bongkar =  $\frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 3 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$
- Produktivitas pekerjaan pemasangan bekisting batu-bata adalah :
  - 1 Tukang pasang batu =  $\frac{2.5+5}{2}$  jam/ 100 blok  
= 3.75 jam/100 blok
  - 1 Tukang 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

$$= 3.75 \text{ jam}/100 \text{ blok}$$

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,006 OH
  - Tukang = 0,250 OH
  - P. Tukang = 0,150 OH
- Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :
  - Mandor =  $\frac{0,006}{0,006} = 1$  pekerja
  - Tukang =  $\frac{0,250}{0,006} = 42$  pekerja
  - P. Tukang =  $\frac{0,150}{0,006} = 25$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian Balok Lantai 1, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor, 10 tukang dan 10 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi bekisting Balok Lantai 1. Untuk grup pasang dan bongkar digunakan orang yang sama yakni 10 tukang dan 10 pembantu tukang.

- Jam Kerja
  - 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
  - Jam kerja Fabrikasi = 7 jam x (1+10+10) orang  
= 147 jam/hari
  - Jam kerja Pasang/Bongkar = 7 jam x (10+10) orang  
= 140 jam/hari
- Produktivitas :
  - Menyetel =  $\frac{147 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 245 \text{ m}^2/\text{hari}$
  - Memasang =  $\frac{147 \text{ jam/hari}}{3,5 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 400 \text{ m}^2/\text{hari}$
  - Bongkar =  $\frac{140 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 667 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Total Durasi :
  - Menyetel =  $\frac{1048,39 \text{ m}^2}{245 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 5,71 \text{ hari}$
  - Memasang =  $\frac{1048,39 \text{ m}^2}{400 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 3 \text{ hari}$
  - Bongkar =  $\frac{1048,39 \text{ m}^2}{667 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 1,83 \text{ hari}$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan fabrikasi bekisting adalah 6 hari. Untuk pemasangan dan pengolesan oli adalah 3 hari dan untuk pembongkaran adalah 2 hari.

➤ **Perhitungan Biaya Fabrikasi**

Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :

• **Biaya Material**

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

Multiplek = 353 lembar x Rp. 144.000  
= Rp 50.832.000

Meranti 6/12 = 1490 batang x Rp. 80.000  
= Rp 119.200.000

Paku/Kawat = 572 kg x Rp. 17.000  
= Rp 9.724.000

Oli = 302 liter x Rp. 8.500  
= Rp 2.567.000

Total Biaya Bahan = Rp182.323.000

• **Upah Pekerja :**

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 5 hari = Rp 600.000

- Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 5 hari = Rp 5.400.000

- P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 5 hari = Rp 4.750.000

Total Upah Pekerja = Rp. 10.750.000

• **Total Biaya Fabrikasi :**

Biaya = Rp182.323.000 + Rp 10.750.000

= Rp 193.073.000

➤ **Perhitungan Biaya Pemasangan**

• **Upah Pekerja :**

- Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 4 hari = Rp 4.320.000

- P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 4 hari = Rp 3.800.000

Total Upah Pekerja = Rp. 8.120.000

➤ **Perhitungan Biaya Bongkar**

• **Upah Pekerja :**

- Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 2 hari = Rp 2.160.000

- P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 2 hari = Rp 1.900.000
- Total Upah Pekerja = Rp. 4.060.000

## B. Pekerjaan Pembesian Balok Lantai 1

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan pemotongan, pembengkokan dan kaitan, serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pembesian diambil dari pekerjaan pembesian *Balok Lantai 1 Zona 1*.

### ➤ Perhitungan Durasi

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,0003 OH
  - Tukang = 0,007 OH
  - P. Tukang = 0,007 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,0003}{0,0003} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian *Balok Lantai 1*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 10 tukang, dan 8 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi (Potong, kait, bengkok) dan 15 pembantu tukang untuk pekerjaan pemasangan.

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
  - Total jam kerja pekerjaan fabrikasi  
= 19 orang x 7 jam/hari = 133 jam/hari
  - Total jam kerja pekerjaan pemasangan  
= 15 orang x 7 jam/hari = 105 jam/hari
- Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam (Soedrajat, 1984) oleh satu orang pekerja.

- Data jumlah potongan :  
 $D25 = 1530$  buah ;  $D19 = 607$  buah ;  $D16 = 300$  buah  
 $\emptyset 8 = 490$  buah ;  $\emptyset 10 = 11478$  buah ;  $\emptyset 12 = 200$  buah
- Produktivitas pemotongan tulangan :  
 $D25;D19;D16;\emptyset 12 = \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$   
 $= 6650 \text{ buah/hari}$   
 $\emptyset 10; \emptyset 8 = \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah}$   
 $= 6650 \text{ buah/hari}$
- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{8750 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{8750 \text{ buah/hari}}$   
 $= \frac{2637 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}} + \frac{11968 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}}$   
 $= 2,2 \text{ hari}$
- Pembengkokan  
 Durasi pembengkokan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :  
 $D25 = 1,85$  jam ;  $D19 = 1,50$  jam;  $D16 = 1,50$  jam  
 $\emptyset 8 = 1,15$  jam ;  $\emptyset 10 = 1,15$  jam;  $\emptyset 12 = 1,15$  jam
- Data jumlah bengkokan :  
 $D25 = 2262$  buah ;  $D19 = 774$  buah ;  $D16 = 600$  buah  
 $\emptyset 8 = 1470$  buah ;  $\emptyset 10 = 13842$  buah ;  $\emptyset 12 = 368$  buah
- Produktivitas pembengkokan tulangan utama :  
 $= \frac{133 \text{ jam/hari}}{2,36 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 8.867 \text{ buah/hari}$
- Produktivitas pembengkokan tulangan sengkang :  
 $= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,15 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 11.565 \text{ buah/hari}$
- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{8.867 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{11.565 \text{ buah/hari}}$   
 $= \frac{4004}{8.867 \text{ buah/hari}} + \frac{15312}{11.565 \text{ buah/hari}}$   
 $= 2,78 \text{ hari}$
- Pengkaitan

Durasi pengkaitan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D_{25} = 3,00 \text{ jam} ; D_{19} = 2,30 \text{ jam} ; D_{16} = 2,30 \text{ jam} \\ \emptyset 8 = 1,85 \text{ jam} ; \emptyset 10 = 1,85 \text{ jam} ; \emptyset 12 = 1,85 \text{ jam}$$

- Data jumlah kaitan :

$$D_{25} = 0 \text{ buah} ; D_{19} = 0 \text{ buah} ; D_{16} = 0 \text{ buah} \\ \emptyset 8 = 980 \text{ buah} ; \emptyset 10 = 22956 \text{ buah} ; \emptyset 12 = 0 \text{ buah}$$

- Produktivitas pengkaitan tulangan utama :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{6,88 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 5630 \text{ buah/hari}$$

- Produktivitas pengkaitan tulangan sengkang :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 7189 \text{ buah/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{- Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{5630 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{7189 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{5630 \text{ buah/hari}} + \frac{15312}{7189 \text{ buah/hari}} \\ &= 3,33 \text{ hari} \end{aligned}$$

Total durasi fabrikasi tulangan *Balok Lantai 1*

$$= 2,20 \text{ hari} + 2,78 \text{ hari} + 3,33 \text{ hari} = 9 \text{ hari}$$

- Pemasangan

Durasi pemasangan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D_{25} = 8,25 \text{ jam} ; D_{19} = 7,25 \text{ jam} ; D_{16} = 7,25 \text{ jam} \\ \emptyset 8 = 4,75 \text{ jam} ; \emptyset 10 = 4,75 \text{ jam} ; \emptyset 12 = 4,75 \text{ jam}$$

- Data jumlah pasang :

$$D_{25} = 1530 \text{ buah} ; D_{19} = 607 \text{ buah} ; D_{16} = 300 \text{ buah} \\ \emptyset 8 = 490 \text{ buah} ; \emptyset 10 = 11478 \text{ buah} ; \emptyset 12 = 200 \text{ buah}$$

Produktivitas pemasangan tulangan utama :

$$\begin{aligned} &= \frac{105}{6,88 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} \\ &= 1527 \text{ buah/hari} \end{aligned}$$

Produktivitas pemasangan tulangan sengkang :

$$\begin{aligned} &= \frac{105}{4,75 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} \\ &= 2.211 \text{ buah/hari} \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 - \text{Durasi} &= \frac{\Sigma \text{Potongan tul. utama}}{1527 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{Potongan tul. sengkang}}{2.211 \text{ buah/hari}} + TC \\
 &= \frac{2637}{1527 \text{ buah/hari}} + \frac{11968}{2.211 \text{ buah/hari}} + 704,779 \text{ menit} \\
 &= 8 \text{ hari} + 1,7 \text{ hari} = 10 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

Total durasi pemasangan tulangan *Balok Lantai 1* = 10 hari

### ➤ **Perhitungan Biaya Fabrikasi**

#### • Biaya Material

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 \text{Besi Beton} &= 46354,98 \text{ kg} \times \text{Rp. } 9.000 \\
 &= \text{Rp } 417.194.803
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Bendrat} &= 3708,4 \text{ kg} \times \text{Rp. } 12.200 \\
 &= \text{Rp } 45.242.459
 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 462.437.262$$

#### • Upah Pekerja :

$$- \text{Mandor} = 1 \text{ Orang} \times \text{Rp } 120.000 \times 9 \text{ hari} = \text{Rp } 1.080.000$$

$$- \text{Tukang} = 10 \text{ Orang} \times \text{Rp } 108.000 \times 9 \text{ hari} = \text{Rp } 9.720.000$$

$$- \text{P.Tukang} = 8 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 9 \text{ hari} = \text{Rp } 6.840.000$$

$$\text{Total Upah Pekerja} = \text{Rp. } 17.640.000$$

#### • Upah Alat :

$$\begin{aligned}
 - \text{Bar Bender} &= 5 \text{ buah} \times \text{Rp. } 100.000 \times 9 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp } 4.500.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \text{Bar Cutter} &= 5 \text{ buah} \times \text{Rp. } 100.000 \times 9 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp } 4.500.000
 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Alat} = \text{Rp. } 9.000.000$$

#### • Total Biaya :

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya} &= \text{Rp } 462.437.262 + \text{Rp } 17.640.000 + \text{Rp } 9.000.000 \\
 &= \text{Rp } 489.077.262
 \end{aligned}$$

### ➤ **Perhitungan Biaya Pemasangan**

#### • Upah Pekerja :

$$\begin{aligned}
 - \text{Pembantu Tukang} &= 15 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 10 \text{ hari} \\
 &= \text{Rp } 14.250.000
 \end{aligned}$$

#### • Total Biaya :

Biaya = Rp 14.250.000

### 5.2.9. Pekerjaan Tangga

#### A. Pekerjaan Bekisting Tangga Lantai Basement

##### ➤ Perhitungan Durasi

##### • Data Perencanaan

Luas total bekisting = 84,98 m<sup>2</sup>

Keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> 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  $= 0,5 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$
- Memasang/Bongkar  $= \frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 3 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$

##### • 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 Tukang Batu  $= \frac{2,5+5}{2} \text{ jam} / 100 \text{ blok}$   
 $= 3,75 \text{ jam} / 100 \text{ blok}$
- 1 Pembantu tukang  $= \frac{2,5+5}{2} \text{ jam} / 100 \text{ blok}$   
 $= 3,75 \text{ jam} / 100 \text{ blok}$

##### • Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

Mandor = 0,006 OH

Tukang = 0,250 OH

P. Tukang = 0,150 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

Mandor  $= \frac{0,006}{0,006} = 1 \text{ pekerja}$

Tukang  $= \frac{0,250}{0,006} = 42 \text{ pekerja}$

P. Tukang  $= \frac{0,150}{0,006} = 25 \text{ pekerja}$

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian Tangga Lantai Basement, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor, 10 tukang dan 10 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi bekisting Tangga Lantai Basement. Untuk grup pasang dan bongkar digunakan orang yang sama yakni 10 tukang dan 10 pembantu tukang.

- Jam Kerja
  - 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
  - Jam kerja Fabrikasi = 7 jam x (1+10+10) orang  
= 147 jam/hari
  - Jam kerja Pasang/Bongkar = 7 jam x (10+10) orang  
= 140 jam/hari
- Produktivitas :
  - Menyetel =  $\frac{147 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 163 \text{ m}^2/\text{hari}$
  - Memasang =  $\frac{147 \text{ jam/hari}}{3,5 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 215 \text{ m}^2/\text{hari}$
  - Bongkar =  $\frac{140 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam} / 10\text{m}^2} \times 10 = 350 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Total Durasi :
  - Menyetel =  $\frac{1048,39 \text{ m}^2}{163 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 0,52 \text{ hari}$
  - Memasang =  $\frac{1048,39 \text{ m}^2}{215 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 0,39 \text{ hari}$
  - Bongkar =  $\frac{1048,39 \text{ m}^2}{350 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 0,24 \text{ hari}$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan fabrikasi bekisting adalah 1 hari. Untuk pemasangan dan pengolesan oli adalah 1 hari dan untuk pembongkaran adalah 1 hari.

#### ➤ Perhitungan Biaya Fabrikasi

Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :

- Biaya Material
  - Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :
  - Multiplek = 28,55 lembar x Rp. 144.000

	= Rp 4.110.812
Meranti 6/12	= 24,27 batang x Rp. 80.000
	= Rp 1.941.333
Paku/Kawat	= 42,49 kg x Rp. 17.000
	= Rp 722.327
Oli	= 24,432 liter x Rp. 8.500
	= Rp 207.669
Total Biaya Bahan	= Rp 6.982.141

- Upah Pekerja :
  - Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 1 hari = Rp 120.000
  - Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 1 hari = Rp 1.800.000
  - P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 1 hari = Rp 950.000
- Total Upah Pekerja = Rp 2.150.000
- Total Biaya Fabrikasi :
  - Biaya = Rp 6.982.141 + Rp 2.150.000
  - = Rp 9.132.141

#### ➤ **Perhitungan Biaya Pemasangan**

- Upah Pekerja :
  - Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 1 hari = Rp 1.800.000
  - P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 1 hari = Rp 950.000
- Total Upah Pekerja = Rp 2.030.000

#### ➤ **Perhitungan Biaya Bongkar**

- Upah Pekerja :
  - Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 1 hari = Rp 1.800.000
  - P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 1 hari = Rp 950.000
- Total Upah Pekerja = Rp 2.030.000

### **B. Pekerjaan Pembesian Tangga Lantai Basement**

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan pemotongan, pembengkokan dan kaitan, serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pembesian diambil dari pekerjaan pembesian *Tangga Lantai Basement* Zona 1.

#### ➤ **Perhitungan Durasi**

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Mandor = 0,0003 OH
- Tukang = 0,007 OH
- P. Tukang = 0,007 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,0003}{0,0003} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian *Tangga Lantai Basement*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 10 tukang, dan 8 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi (Potong, kait, bengkok) dan 15 pembantu tukang untuk pekerjaan pemasangan.

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :

- Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari
- Total jam kerja pekerjaan fabrikasi  
= 19 orang x 7 jam/hari = 133 jam/hari
- Total jam kerja pekerjaan pemasangan  
= 15 orang x 7 jam/hari = 105 jam/hari

- Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam (Soedrajat, 1984) oleh satu orang pekerja.

- Data jumlah potongan :

$$D16 = 578 \text{ buah} ; D12 = 22 \text{ buah} ; \emptyset 8 = 883 \text{ buah}$$

- Produktivitas pemotongan tulangan :

$$D16;D12 = \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} \\ = 6650 \text{ buah/hari}$$

$$\emptyset 8 = \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} \\ = 6650 \text{ buah/hari}$$

- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{6650 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{6650 \text{ buah/hari}}$

$$= \frac{600 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}} + \frac{883 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}}$$

$$= 2,2 \text{ hari}$$

- Pembengkokan

Durasi pembengkokan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D_{12} = 1,15 \text{ jam}; D_{16} = 1,50 \text{ jam}; \emptyset 8 = 1,15 \text{ jam}$$

- Data jumlah bengkokan :

$$D_{16} = 0 \text{ buah}; D_{12} = 40 \text{ buah}; \emptyset 8 = 1021 \text{ buah}$$

- Produktivitas pembengkokan tulangan utama :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,33 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 10038 \text{ buah/hari}$$

- Produktivitas pembengkokan tulangan sengkang :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,15 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 11.565 \text{ buah/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{- Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{10038 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{11.565 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{40}{10038 \text{ buah/hari}} + \frac{1021}{11.565 \text{ buah/hari}} \\ &= 0,09 \text{ hari} \end{aligned}$$

- Pengkaitan

Durasi pengkaitan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D_{12} = 1,85 \text{ jam}; D_{16} = 2,30 \text{ jam}; \emptyset 8 = 1,85 \text{ jam}$$

- Data jumlah kaitan :

$$D_{16} = 1156 \text{ buah}; D_{12} = 44 \text{ buah}; \emptyset 8 = 1766 \text{ buah}$$

- Produktivitas pengkaitan tulangan utama :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{2,08 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 6410 \text{ buah/hari}$$

- Produktivitas pengkaitan tulangan sengkang :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 7189 \text{ buah/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{- Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{6410 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{7189 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{6410 \text{ buah/hari}} + \frac{1021}{7189 \text{ buah/hari}} = 0,43 \text{ hari} \end{aligned}$$

Total durasi fabrikasi tulangan *Tangga Lantai Basement*

$$= 0,22 \text{ hari} + 0,09 \text{ hari} + 0,43 \text{ hari} = 1 \text{ hari}$$

- Pemasangan

Durasi pemasangan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D16 = 7 \text{ jam} ; D12 = 6 \text{ jam}; \emptyset 8 = 6 \text{ jam}$$

- Data jumlah pasang :

$$D16 = 578 \text{ buah} ; D12 = 22 \text{ buah}; \emptyset 8 = 883 \text{ buah}$$

Produktivitas pemasangan tulangan utama :

$$= \frac{105}{6,5 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 1615 \text{ buah/hari}$$

Produktivitas pemasangan tulangan sengkang :

$$= \frac{105}{6 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 1750 \text{ buah/hari}$$

$$\begin{aligned} \text{- Durasi} &= \frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{1615 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{1750 \text{ buah/hari}} + TC \\ &= \frac{600}{1615 \text{ buah/hari}} + \frac{883}{1750 \text{ buah/hari}} + 19,308 \text{ menit} \\ &= 0,88 \text{ hari} + 0,045 \text{ hari} = 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

Total durasi pemasangan tulangan *Tangga Lantai Basement* = 1 hari

➤ **Perhitungan Biaya Fabrikasi**

- Biaya Material

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Besi Beton} &= 13400,62 \text{ kg} \times \text{Rp. } 9.000 \\ &= \text{Rp } 120.605.607 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Bendrat} &= 1072,05 \text{ kg} \times \text{Rp. } 12.200 \\ &= \text{Rp } 13.079.008 \end{aligned}$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 133.684.615$$

- Upah Pekerja :

$$\text{- Mandor} = 1 \text{ Orang} \times \text{Rp } 120.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 120.000$$

$$\text{- Tukang} = 10 \text{ Orang} \times \text{Rp } 108.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 1.080.000$$

$$\text{- P.Tukang} = 8 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 760.000$$

$$\text{Total Upah Pekerja} = \text{Rp } 1.960.000$$

- Upah Alat :

$$\text{- Bar Bender} = 5 \text{ buah} \times \text{Rp. } 100.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 500.000$$

- Bar Cutter = 5 buah x Rp. 100.000 x 1 hari = Rp 500.000  
Total Biaya Alat = Rp. 9.000.000
- Total Biaya :  
Biaya = Rp 133.684.615 + Rp 1.960.000 + Rp 1.000.000  
= Rp 136.644.615
- **Perhitungan Biaya Pemasangan**
- Upah Pekerja :  
- Pembantu Tukang = 15 Orang x Rp 95.000 x 1 hari  
= Rp 1.425.000
- Total Biaya :  
Biaya = Rp 1.425.000

### 5.2.10. Pekerjaan Pelat Precast Halfslab

#### A. Pekerjaan Pengadaan Pelat Precast

##### ➤ Perhitungan Durasi

Pada perhitungan pengadaan dan penumpukan halfslab ini dibantu dengan menggunakan tower crane. Half slab direncanakan menggunakan 4 titik angkat.

Setelah dilakukan perhitungan pengangkatan half slab menggunakan tower crane, maka didapatkan durasi sebesar 7 jam = 1 hari

##### ➤ Perhitungan Biaya

##### • Biaya Material

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

Plat Precast (T = 8 cm; L = 4.00 m)

$$= 65,82 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 220.000 = \text{Rp } 14.481.016$$

Plat Precast (T = 8 cm; L = 4.50 m)

$$= 65,82 \text{ m}^2 \times \text{Rp. } 240.000 = \text{Rp } 49.605.408$$

Total Biaya Bahan = Rp 64.086.424

##### • Upah Pekerja :

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 1 hari = Rp 120.000

- Tukang = 2 Orang x Rp 108.000 x 1 hari = Rp 216.000

- P.Tukang = 2 Orang x Rp 95.000 x 1 hari = Rp 190.000

Total Upah Pekerja = Rp 526.000



- Total Biaya :  
Biaya = Rp 64.086.424 + Rp 526.000 = Rp 64.612.424

## **B. Pekerjaan Pengangkatan dan Pemasangan Pelat Precast**

### ➤ **Perhitungan Durasi**

Pada perhitungan pengangkatan halfslab ini dibantu dengan menggunakan tower crane. Half slab direncanakan menggunakan 4 titik angkat.

Setelah dilakukan perhitungan pengangkatan half slab menggunakan tower crane, maka didapatkan durasi sebesar 541 menit = 9,014 jam = 2 hari

### ➤ **Perhitungan Biaya Pemasangan**

- Upah Pekerja :
    - Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 2 hari = Rp 120.000
    - Tukang = 2 Orang x Rp 108.000 x 2 hari = Rp 1.800.000
    - P. Tukang = 2 Orang x Rp 95.000 x 2 hari = Rp 950.000
- Total Upah Pekerja = Rp 2.030.000

## **5.2.11. Pekerjaan Pelat Konvensional**

### **A. Pekerjaan Bekisting Plat Konvensional**

#### ➤ **Perhitungan Durasi**

- Data Perencanaan

Luas total bekisting = 414,2 m<sup>2</sup>

Keperluan jam tenaga kerja tiap 10 m<sup>2</sup> untuk pemasangan bekisting kolom adalah :

- Menyetel =  $\frac{4 \text{ jam} + 8 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 5,5 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$
- Mengolesi oil = 0,5 jam / 10m<sup>2</sup>
- Memasang/Bongkar =  $\frac{2 \text{ jam} + 4 \text{ jam}}{2} / 10 \text{ m}^2 = 3 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2$

- Produktivitas pekerjaan pemasangan bekisting batu-bata adalah :

- 1 Tukang pasang batu =  $\frac{2,5+5}{2} \text{ jam} / 100 \text{ blok}$

- = 3.75 jam/100 blok
- 1 Tukang 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
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,006 OH
  - Tukang = 0,250 OH
  - P. Tukang = 0,150 OH
  - Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :
  - Mandor  $= \frac{0,006}{0,006} = 1$  pekerja
  - Tukang  $= \frac{0,250}{0,006} = 42$  pekerja
  - P. Tukang  $= \frac{0,150}{0,006} = 25$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian Plat Konvensional, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor, 10 tukang dan 10 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi bekisting Plat Konvensional. Untuk grup pasang dan bongkar digunakan orang yang sama yakni 10 tukang dan 10 pembantu tukang.

- Jam Kerja
  - 1 hari kerja terdiri dari 7 jam kerja, sehingga
  - Jam kerja Fabrikasi = 7 jam x (1+10+10) orang  
= 147 jam/hari
  - Jam kerja Pasang/Bongkar = 7 jam x (10+10) orang  
= 140 jam/hari
- Produktivitas :
  - Menyetel  $= \frac{147 \text{ jam/hari}}{5,5 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2} \times 10 = 267 \text{ m}^2/\text{hari}$
  - Memasang  $= \frac{147 \text{ jam/hari}}{3,5 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2} \times 10 = 400 \text{ m}^2/\text{hari}$
  - Bongkar  $= \frac{140 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam} / 10 \text{ m}^2} \times 10 = 467 \text{ m}^2/\text{hari}$

- Total Durasi :
  - Menyetel  $= \frac{1048,39 \text{ m}^2}{267 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 1,55 \text{ hari}$
  - Memasang  $= \frac{1048,39 \text{ m}^2}{400 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 + \text{Siklus TC}$   
 $= 1,04 \text{ hari} + 0,595 \text{ hari} = 2 \text{ hari}$
  - Bongkar  $= \frac{1048,39 \text{ m}^2}{467 \text{ m}^2/\text{hari}} \times 10 = 0,89 \text{ hari}$

Jadi, waktu yang dibutuhkan untuk pekerjaan fabrikasi bekisting adalah 2 hari. Untuk pemasangan dan pengolesan oli adalah 2 hari dan untuk pembongkaran adalah 1 hari.

### ➤ Perhitungan Biaya Fabrikasi

Berikut ini merupakan perhitungan biaya dinding penahan tanah :

#### • Biaya Material

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

Multiplex	= 139,08 lembar x Rp. 144.000
	= Rp 20.027.842
Meranti 6/12	= 121,05 batang x Rp. 80.000
	= Rp 9.683.934
Paku/Kawat	= 139,318 kg x Rp. 17.000
	= Rp 2.368.401
Oli	= 119,031 liter x Rp. 8.500
	= Rp 1.011.761

Total Biaya Bahan = Rp 33.091.939

#### • Upah Pekerja :

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 2 hari	= Rp 240.000
- Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 2 hari	= Rp 2.160.000
- P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 2 hari	= Rp 1.900.000
Total Upah Pekerja	= Rp 4.300.000

#### • Total Biaya Fabrikasi :

Biaya = Rp 33.091.939 + Rp 4.300.000  
 = Rp 37.391.939

### ➤ Perhitungan Biaya Pemasangan

- Upah Pekerja :
  - Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 2 hari = Rp 2.160.000
  - P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 2 hari = Rp 1.900.000
  - Total Upah Pekerja = Rp 4.060.000

➤ **Perhitungan Biaya Bongkar**

- Upah Pekerja :
  - Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 1 hari = Rp 1.800.000
  - P. Tukang = 10 Orang x Rp 95.000 x 1 hari = Rp 950.000
  - Total Upah Pekerja = Rp 2.030.000

## B. Pekerjaan Pembesian Plat Konvensional

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan pemotongan, pembengkokan dan kaitan, serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan durasi pembesian diambil dari pekerjaan pembesian *Plat Konvensional* dan *Overtopping Zona 1*.

➤ **Perhitungan Durasi**

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,0003 OH
  - Tukang = 0,007 OH
  - P. Tukang = 0,007 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,0003}{0,0003} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,007}{0,0003} = 23$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pembesian *Plat Konvensional*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 10 tukang, dan 8 pembantu tukang untuk pekerjaan fabrikasi (Potong, kait, bengkok) dan 15 pembantu tukang untuk pekerjaan pemasangan.

- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Jam bekerja 1 hari = 7 jam/hari

- Total jam kerja pekerjaan fabrikasi  
= 19 orang x 7 jam/hari = 133 jam/hari
- Total jam kerja pekerjaan pemasangan  
= 15 orang x 7 jam/hari = 105 jam/hari

- Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam (Soedrajat, 1984) oleh satu orang pekerja.

- Data jumlah potongan :

$$D_{12} = 3825 \text{ buah}; \emptyset 8 = 294 \text{ buah}$$

- Produktivitas pemotongan tulangan :

$$D_{12} = \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 6650 \text{ buah/hari}$$

$$\emptyset 8 = \frac{133 \text{ jam/hari}}{2 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 6650 \text{ buah/hari}$$

- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{6650 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{6650 \text{ buah/hari}}$   
=  $\frac{3825 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}} + \frac{294 \text{ buah}}{6650 \text{ buah/hari}} = 0,62 \text{ hari}$

- Pembengkokan

Durasi pembengkokan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

$$D_{12} = 1,15 \text{ jam}; \emptyset 8 = 1,15 \text{ jam}$$

- Data jumlah bengkokan :

$$D_{12} = 5100 \text{ buah}; \emptyset 8 = 0 \text{ buah}$$

- Produktivitas pembengkokan tulangan utama :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,33 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 11565 \text{ buah/hari}$$

- Produktivitas pembengkokan tulangan sengkang :

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,15 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 7189 \text{ buah/hari}$$

- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{11565 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{7189 \text{ buah/hari}}$   
=  $\frac{5100}{11565 \text{ buah/hari}} + \frac{0}{7189 \text{ buah/hari}} = 0,44 \text{ hari}$

- Pengkaitan

Durasi pengkaitan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

- D12 = 1,85 jam; Ø 8 = 1,85 jam
- Data jumlah kaitan :  
D12 = 7650 buah; Ø 8 = 0 buah
- Produktivitas pengkaitan tulangan utama :  

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 7189 \text{ buah/hari}$$
- Produktivitas pengkaitan tulangan sengkang :  

$$= \frac{133 \text{ jam/hari}}{1,85 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 11565 \text{ buah/hari}$$
- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{7189 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{11565 \text{ buah/hari}}$   

$$= \frac{7650}{7189 \text{ buah/hari}} + \frac{0}{11565 \text{ buah/hari}} = 1,06 \text{ hari}$$

Total durasi fabrikasi tulangan *Plat Konvensional*

$$= 0,62 \text{ hari} + 0,44 \text{ hari} + 1,06 \text{ hari} = 3 \text{ hari}$$

- Pemasangan

Durasi pemasangan tulangan tiap 100 buah oleh satu orang pekerja adalah (Soedrajat, 1984) :

- D12 = 6 jam; Ø 8 = 6 jam
- Data jumlah pasang :  
D12 = 3825 buah; Ø 8 = 294 buah
- Produktivitas pemasangan tulangan utama :  

$$= \frac{105}{6 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 1615 \text{ buah/hari}$$
- Produktivitas pemasangan tulangan sengkang :  

$$= \frac{105}{6 \text{ jam} / 100 \text{ buah}} \times 100 \text{ buah} = 1750 \text{ buah/hari}$$
- Durasi =  $\frac{\sum \text{Potongan tul. utama}}{1615 \text{ buah/hari}} + \frac{\sum \text{Potongan tul. sengkang}}{1750 \text{ buah/hari}} + TC$   

$$= \frac{3825}{1615 \text{ buah/hari}} + \frac{294}{1750 \text{ buah/hari}} + 477,44 \text{ menit}$$
  

$$= 2,35 \text{ hari} + 1,14 \text{ hari} = 4 \text{ hari}$$

Total durasi pemasangan tulangan *Plat Konvensional* adalah 4 hari.

➤ **Perhitungan Biaya Fabrikasi**

• **Biaya Material**

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

Besi Beton = 8629,89 kg x Rp. 9.000 = Rp 77.669.045

Bendrat = 690,39 kg x Rp. 12.200 = Rp 8.422.776

Total Biaya Bahan = Rp 86.091.821

• **Upah Pekerja :**

- Mandor = 1 Orang x Rp 120.000 x 4 hari = Rp 360.000

- Tukang = 10 Orang x Rp 108.000 x 4 hari = Rp 3.240.000

- P.Tukang = 8 Orang x Rp 95.000 x 4 hari = Rp 2.280.000

Total Upah Pekerja = Rp 5.880.000

• **Upah Alat :**

- Bar Bender = 5 buah x Rp. 100.000 x 4 hari = Rp 2.000.000

- Bar Cutter = 5 buah x Rp. 100.000 x 4 hari = Rp 2.000.000

Total Biaya Alat = Rp. 8.000.000

• **Total Biaya :**

Biaya = Rp 86.091.821 + Rp 5.880.000 + Rp 8.000.000

= Rp 95.971.821

➤ **Perhitungan Biaya Pemasangan**

• **Upah Pekerja :**

- Pembantu Tukang = 15 Orang x Rp 95.000 x 4 hari

= Rp 5.700.000

• **Total Biaya :**

Biaya = Rp 1.425.000

**5.2.12. Pekerjaan Pengecoran Balok , Tangga dan Overtopping Plat**

**A. Pekerjaan Pengecoran**

Pengecoran dilakukan menggunakan alat bantu *concrete pump portable*:

- Spec Alat Berat

- Tipe : *Concrete Pump Portable Zoomlion HBT 90 .18.195RSK*
- *Delivery Capacity* = 80 m<sup>3</sup>/jam

➤ **Perhitungan Durasi**

- Volume beton = 160,075 m<sup>3</sup>
- Kebutuhan tenaga kerja dalam pelaksanaan :
  - Mandor = 0,010 OH
  - Tukang = 0,350 OH
  - P. Tukang = 0,350 OH

Kapasitas maksimal pekerja dalam 1 grup :

- Mandor =  $\frac{0,010}{0,010} = 1$  pekerja
- Tukang =  $\frac{0,350}{0,010} = 35$  pekerja
- P. Tukang =  $\frac{0,350}{0,010} = 35$  pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran *Balok, Tangga dan Overtopping plat*, penulis menggunakan 1 grup yang tiap grupnya terdiri dari 1 mandor dan 2 tukang, dan 4 pembantu tukang.

- Kapasitas produksi *concrete pump* :
  - Efisiensi Kerja = 0,81
  - Kapasitas produksi = delivery capacity x EK
 
$$= 80 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,81$$

$$= 64,8 \text{ m}^3/\text{jam}$$
  - Kapasitas produksi *truck mixer* : 10 m<sup>3</sup>
  - Kebutuhan =  $\frac{\text{Volume beton}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{160,075 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3} = 17$  buah
- Durasi
  - Durasi persiapan
    1. Pengaturan posisi = 2 menit
    2. Pergantian antar truck = jumlah truck x 3 menit
 
$$= 17 \times 3 \text{ menit} = 85 \text{ menit}$$



$$3. \text{ Waktu pengujian slump} = \text{jumlah truck} \times 3 \text{ menit} \\ = 17 \times 3 \text{ menit} = 85 \text{ menit}$$

$$\text{Total durasi persiapan} = 145 \text{ menit}$$

$$\text{- Durasi operasional} = \frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{kapasitas produksi}} = \frac{160,075 \text{ m}^3}{64,8 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ = 2,47 \text{ jam} = 148,218 \text{ menit}$$

$$\text{- Durasi Total} = \text{persiapan} + \text{operasional} \\ = 175 + 148,218 = 323 \text{ menit} = 1 \text{ hari}$$

### ➤ **Perhitungan Biaya**

- **Biaya Material**

Adapun biaya satuan material adalah sebagai berikut :

$$\text{- Beton ready mix} = \text{Rp } 700.000/\text{m}^3 \times 160,08 \text{ m}^3 \\ = \text{Rp } 112.052.731$$

$$\text{Total Biaya Bahan} = \text{Rp } 112.052.731$$

- **Upah Pekerja :**

$$\text{- Mandor} = 1 \text{ Orang} \times \text{Rp } 120.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 120.000$$

$$\text{- Tukang} = 2 \text{ Orang} \times \text{Rp } 108.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 216.000$$

$$\text{- P.Tukang} = 4 \text{ Orang} \times \text{Rp } 95.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 380.000$$

$$\text{Total Upah Pekerja} = \text{Rp } 716.000$$

- **Upah Alat :**

- Sewa *concrete pump portable*

$$= 1 \text{ buah} \times \text{Rp. } 350.000 \times 1 \text{ hari} = \text{Rp } 350.000$$

$$\text{Total Biaya Alat} = \text{Rp } 350.000$$

- **Total Biaya :**

$$\text{Biaya} = \text{Rp } 112.052.731 + \text{Rp } 716.000 + \text{Rp } 350.000$$

$$= \text{Rp } 113.118.731$$

### **5.3. Pekerjaan Tower Crane**

Pemilihan peralatan *tower crane* berdasarkan pada beban maksimum dan radius terjauh dari jarak *tower crane* tersebut. Berikut data-data dari *tower crane* yang digunakan pada proyek pembangunan GKB 4 Universitas Muhammadiyah Malang :

**Tabel 5. 2** Spesifikasi *Tower Crane*

POTAIN TIPE K30 – 30C			
Beban Maksimum	:	7,95	Ton
Panjang Jib	:	35	Meter
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	°/menit
<i>Trolley</i>	:	45	m/menit
<i>Landing</i>	:	80	m/menit

### 5.3.1. Perhitungan Waktu Siklus *Tower Crane*

Waktu siklus adalah waktu yang diperlukan *tower crane* untuk melakukan satu kali pekerjaan, mulai dari muat, pengangkatan, *swing*, bongkar, serta *swing* kembali. Waktu siklus tergantung dari muat, waktu angkat, waktu *swing*, waktu bongkar, serta waktu *swing* kembali lagi ke tempat semula.

#### 1. Penentuan Posisi

##### Tower Crane Zona 1

- Jarak kolom 1 terhadap tower crane  
 $D1 = 14,25 \text{ m}$   
 (didapat dari penarikan garis antara K1 dan TC pada Autocad)
- Jarak Truck Mixer terhadap tower crane  
 $D2 = 6,35 \text{ m}$

(didapat dari penarikan garis antara Truk Mixer dan TC pada Autocad)

- Jarak Trolley

$$d = \text{jarak K1 terhadap TC} - \text{jarak truck mixer terhadap TC}$$

$$= 14,25 - 6,35 = 7,91 \text{ m}$$

- Sudut Slewning

$$a = 264,27^\circ$$

(didapat dari hasil angular/sudut dalam horizontal antara garis K1 dan TC dengan garis Truk Mixer dan TC pada Autocad)

## 2. Waktu Angkat

### Tower Crane Zona 1

- Hoisting

$$v = 65 \text{ m/menit}$$

$$h = 6,5 \text{ m}$$

$$t = 0,100 \text{ menit}$$

Trolley

$$v = 45 \text{ m/menit}$$

$$d = 7,91 \text{ m}$$

$$t = 0,176 \text{ menit}$$

- Slewning

$$v = 216^\circ/\text{menit}$$

$$a = 264,27^\circ$$

$$t = 1,223 \text{ menit}$$

Landing

$$v = 65 \text{ m/menit}$$

$$h = 2 \text{ meter}$$

$$t = 0,031 \text{ menit}$$

**Total= 1.530 menit**

## 3. Waktu Kembali

### Tower Crane Zona 1

- Hoisting

$$v = 80 \text{ m/menit}$$

$$h = 2 \text{ m}$$

$$t = 0,031 \text{ menit}$$

Trolley

$$v = 45 \text{ m/menit}$$

$$d = 7,91 \text{ m}$$

$$t = 0,176 \text{ menit}$$

- Slewning

$$v = 216^\circ/\text{menit}$$

$$a = 264,27^\circ$$

$$t = 1,223 \text{ menit}$$

Landing

$$v = 80 \text{ m/menit}$$

$$h = 6,5 \text{ meter}$$

$$t = 0,100 \text{ menit}$$

**Total= 1.530 menit**

4. Waktu Bongkar Muat

Tower Crane Zona 1

Waktu muat = dari TM ke bucket = 2 menit

Waktu bongkar = dari bucket ke TM = 3 menit

5. Perhitungan Waktu Siklus

Tower Crane Zona 1

Waktu Siklus = waktu muat + waktu angkut +  
waktu bongkar + waktu kembali  
= 8,06 menit

6. Rekapitulasi Durasi *Tower Crane*

*\*Terlampir*

7. Perhitungan Biaya Tower Crane

Sewa = Rp. 65.000.000,-/bulan

Durasi Proyek berdirinya TC = 270 hari  $\approx$  9 bulan

Biaya Sewa :

Sewa TC = 2 x 9 x Rp. 65.000.000

= Rp. 624.000.000,-

Total Sewa Biaya Tower Crane = Rp 1.170.000.000

## BAB VI PENUTUP

### 6.1. Kesimpulan

Dari uraian dan pembahasan laporan tugas akhir ini dapat diberikan kesimpulan :

1. Pada pelaksanaan pembangunan Gedung Pascasarjana UMM metode *halfslab* yang digunakan adalah dengan melakukan perencanaan dimensi pelat dan kebutuhan tulangnya, lalu dilakukan pemesanan sesuai dengan spesifikasi yang telah direncanakan. Selanjutnya dilakukan pengadaan dan penumpukan dilokasi proyek dengan bantuan tower crane, lalu dilakukan pemasangan pada titik rencana pemasangan dengan bantuan *support system* dilanjutkan dengan penulangan dan pengecoran *overtopping*.
2. Dari hasil metode pelaksanaan yang telah tersusun dengan menggunakan alat bantu *Microsoft Project 2016*, menghasilkan durasi pelaksanaan pondasi *bored pile* dan struktur beton pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Bersama 4 Universitas Muhammadiyah Malang selama 291 hari atau 9 bulan 21 hari.
3. Rincian Anggaran Pelaksanaan (RAP) langsung struktur yang dibutuhkan pada proyek pembangunan Gedung Kuliah Bersama 4 Universitas Muhammadiyah Malang dengan modifikasi platt *halfslab* adalah sebesar Rp 32.746.955.793. Dengan biaya per lantai adalah sebagai berikut :

**Tabel 6. 1** Rekapitulasi Biaya Pekerjaan

NO.	URAIAN PEKERJAAN	Biaya
I	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp 30.800.999

II	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH	Rp 10.351.593.647
III	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1	Rp 2.392.992.385
IV	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2	Rp 2.420.638.265
V	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 3	Rp 2.482.981.252
VI	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 4	Rp 2.156.823.184
VII	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 5	Rp 2.184.469.064
VIII	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 6	Rp 2.036.227.684
IX	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 7	Rp 2.033.912.469
X	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 8	Rp 2.114.769.195
XI	PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 9	Rp 1.866.219.063
XII	PEKERJAAN STRUKTUR ATAP	Rp 871.431.572
XIII	SEWA SCAFFOLDING & TOWER CRANE	Rp 1.841.143.000
<b>TOTAL</b>		<b>Rp 32.784.001.779</b>

Biaya tersebut belum termasuk biaya tak langsung dan biaya K3 umum. Dalam tugas akhir ini, diasumsikan bahwa biaya tak langsung dan biaya K3 sebesar 10% dari biaya total struktur sehingga didapatkan nilai

sebesar Rp. 3,278,400,178. Sehingga dapat dihitung biaya total pelaksanaan sebesar Rp. 36,062,401,960

## **6.2. 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 dikosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

- [1.] Soedrajat. (1994). *Analisa (cara modern) anggaran biaya pelaksanaan*. Bandung: Penerbit Nova.  
Erlangga
- [2.] *PCI Handbook 7<sup>th</sup> Edition Precast and Prestressed Concrete*
- [3.] Edward, Joe, 2015, *Perencanaan Pondasi Bored Pile dan Metode Pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Gedung RSJ Prof DR. V.L. Ratumbusang*. Manado
- [4.] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.11/PRT/M/2013. *Pedoman Analisa Harga Satuan Pekerjaan Bidang Pekerjaan Umum*.
- [5.] Sastraatmadja, A. Soedrajat, 1984, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova
- [6.] Rochmanhadi, 1987, *Kapasitas dan Produksi Alat-Alat Berat*. Semarang : Badan Penerbit Pekerjaan Umum.
- [7.] Soeharto, Iman, 1995, *Edisi Kedua : Manajemen Proyek (Dari Konseptual Sampai Operasional) Jilid 1*. Jakarta : Penerbit Erlangga
- [8.] Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.05/PRT/M/2014. *Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum*.
- [9.] BSN. (2002). *Persyaratan Uji Baja Tulangan (SNI 07-2052-2002)*. Jakarta: Badan Nasional Indonesia .
- [10.] Ervianto, Wulfram I. (2007). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta : Penerbit Andi.
- [11.] Rostiyanti, S.F. (2008). *Alat Berat Untuk Proyek Konstruksi*. Jakarta : PT. Asdi Mahastya

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***

## BIODATA PENULIS



**Mitha Yulinda** , lahir di kota Kediri, tepatnya pada tanggal 24 November 1997. Penulis merupakan anak pertama dari pasangan Anis Yulianto Effendi dan Suprpti Ningsih. Penulis mengawali jenjang pendidikan di TK Dharmawanita Sepanjang tahun 2001-2003, SDN Branggahan tahun 2003-2009, SMPN 1 Ngadiluwih tahun 2009-2012, SMAN 4 Kediri tahun 2012-2015, D-III Teknik Infrastruktur Sipil (ITS) tahun 2015-2018 dan pada tahun 2018 penulis melanjutkan studi di Institut

Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya, Fakultas Vokasi, Lanjut Jenjang D-IV Teknik Infrastruktur Sipil. Penulis pernah mengikuti Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) yaitu UKAFO (UKM Fotografi) pada tahun 2015. Serta pernah mengikuti beberapa kegiatan kepanitiaan seperti, D'village 6th edition (2016) dan 7th edition (2017), FOX (2016), Gerigi ITS (2017), dan lain-lain. Selain itu pada tahun 2017 penulis mencoba mencari pengalaman dalam dunia kerja dengan melaksanakan Kerja Praktek di PT. Wahyu Adi Guna pada proyek pembangunan Rusunawa SNVT Jawa Timur di Tulungagung. Sampai saat ini penulis terus mencoba untuk meningkatkan kemampuan diri untuk menjadi pribadi yang lebih baik lagi guna memberikan manfaat yang nyata dalam kehidupan masyarakat, bangsa, dan agama. Penulis dapat dihubungi pada alamat berikut : Dsn Budimulya Ds Banggahan RT/RW: 02/04 Kec. Ngadiluwih Kab. Kediri, Jawa Timur, No.Hp: 082298564148, serta melalui email :

[myuelinda@gmail.com](mailto:myuelinda@gmail.com)

***“Halaman ini sengaja dikosongkan”***



## **LAMPIRAN**

**REKAPITULASI HARGA DAN DURASI**

NO.	URAIAN PEKERJAAN	Volume	Satuan	Durasi	Biaya
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>				
I.1	Pemagaran	3.619,8	m	5 hari	Rp 29.596.969
I.2	Uitzet & Bowplank	1.408,0	m	1 hari	Rp 1.204.030
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH</b>				
II.1	Galian Basement, Pilecap, Sloof	11.242,2	m <sup>3</sup>	5 hari	Rp 56.855.000
II.2	Pondasi Batukali	1.435,1	m <sup>3</sup>	2 hari	Rp 197.641.340
II.3	Pengeboran BorePile Zona 1	188	Titik	11 hari	Rp 29.700.000
II.4	Pengeboran BorePile Zona 2	88	Titik	5 hari	Rp 13.500.000
II.5	Fabrikasi Besi BorePile Zona 1	291.852,0	kg	10 hari	Rp 2.941.115.488
II.6	Fabrikasi Besi BorePile Zona 2	136.611,6	kg	5 hari	Rp 1.377.637.037
II.7	Pasang Besi BorePile Zona 1	291.852,0	kg	5 hari	Rp 7.125.000
II.8	Pasang Besi BorePile Zona 2	136.611,6	kg	3 hari	Rp 4.275.000
II.9	Pengecoran BorePile Zona 1	1.945,4	m <sup>3</sup>	9 hari	Rp 1.371.254.604
II.10	Pengecoran BorePile Zona 2	910,6	m <sup>3</sup>	5 hari	Rp 642.689.928
II.11	Urugan Pasir Bawah Pile Cap	140,3	m <sup>3</sup>	1 hari	Rp 3.980.000
II.12	Fabrikasi Besi PileCap & Sloof Zona 1	106.797,8	kg	5 hari	Rp 1.080.214.366
II.13	Fabrikasi Besi PileCap & Sloof Zona 2	50.848,7	kg	2 hari	Rp 513.186.467
II.14	Bekisting PileCap & Sloof Zona 1	705,8	m <sup>2</sup>	4 hari	Rp 18.666.415
II.15	Bekisting PileCap & Sloof Zona 2	386,6	m <sup>2</sup>	3 hari	Rp 9.870.739
II.16	Pasang Besi PileCap & Sloof Zona 1	106.797,8	kg	6 hari	Rp 8.550.000
II.17	Pasang Besi PileCap & Sloof Zona 2	50.848,7	kg	3 hari	Rp 4.275.000
II.18	Pengecoran PileCap & Sloof Zona 1	1.006,1	m <sup>3</sup>	5 hari	Rp 709.899.691
II.19	Pengecoran PileCap & Sloof Zona 2	419,4	m <sup>3</sup>	2 hari	Rp 295.796.404
II.20	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	44.571,2	kg	5 hari	Rp 459.442.505
II.21	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	22.717,3	kg	2 hari	Rp 232.547.696
II.22	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	1.010,0	m <sup>2</sup>	4 hari	Rp 73.557.653
II.23	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	530,6	m <sup>2</sup>	3 hari	Rp 41.135.385
II.24	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	44.571,2	kg	5 hari	Rp 7.125.000
II.25	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	22.717,3	kg	3 hari	Rp 4.275.000
II.26	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	44.571,2	m <sup>2</sup>	3 hari	Rp 6.090.000
II.27	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	22.717,3	m <sup>2</sup>	2 hari	Rp 2.030.000
II.28	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	130,2	m <sup>3</sup>	2 hari	Rp 92.907.665
II.29	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	57,2	m <sup>3</sup>	2 hari	Rp 41.835.486
II.30	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 1	44.571,2	m <sup>2</sup>	2 hari	Rp 4.060.000
II.31	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. Basement Zona 2	22.717,3	m <sup>2</sup>	1 hari	Rp 2.030.000
II.32	Urugan Pasir 10 cm	526,0	m <sup>3</sup>	1 hari	Rp 3.980.000
II.33	Pengecoran Lt. Basement Zona 1	77,9	m <sup>3</sup>	1 hari	Rp 55.631.147
II.34	Pengecoran Lt. Basement Zona 2	53,7	m <sup>3</sup>	1 hari	Rp 38.713.631
<b>III</b>	<b>Struktur Lantai 1</b>				

III.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 1 Zona 1	1.048,4	m2	5 hari	Rp	193.073.000
III.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 1 Zona 2	489,0	m2	3 hari	Rp	61.882.500
III.3	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 1 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	37.391.939
III.4	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 1 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	7.040.930
III.5	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	9.132.141
III.6	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	4.040.991
III.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 1 Zona 1	1.048,4	m2	4 hari	Rp	8.120.000
III.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 1 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
III.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 1 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
III.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 1 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 1 Zona 1	46.355,0	kg	9 hari	Rp	489.077.262
III.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 1 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
III.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 1 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
III.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 1 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
III.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. Basement Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
III.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. Basement Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
III.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 1 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
III.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 1 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
III.21	Pasang Besi Balok Lt. 1 Zona 1	46.355,0	kg	10 hari	Rp	14.250.000
III.22	Pasang Besi Balok Lt. 1 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
III.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 1 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000
III.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 1 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
III.25	Pasang Besi Plat Lt. 1 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
III.26	Pasang Besi Plat Lt. 1 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000
III.27	Pasang Besi Tangga Lt. Basement Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
III.28	Pasang Besi Tangga Lt. Basement Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
III.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.1 ; Tangga Lt. Basement Zona 1	160,1	m3	1 hari	Rp	113.118.731
III.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.1 ; Tangga Lt. Basement Zona 2	65,2	m3	1 hari	Rp	46.707.375
III.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 1 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
III.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 1 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 1 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 1 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. Basement Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	38.185,3	kg	4 hari	Rp	392.776.661
III.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	14.114,3	kg	2 hari	Rp	146.724.456
III.39	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	810,8	m2	2 hari	Rp	15.149.948
III.40	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	7.779.234



III.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	85,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
III.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	22,6	kg	3 hari	Rp	4.275.000
III.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	85,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
III.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	120,6	kg	2 hari	Rp	86.200.140
III.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	53,0	kg	2 hari	Rp	38.837.698
III.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
III.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 1 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>IV</b>	<b>Struktur Lantai 2</b>					
IV.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 2 Zona 1	1.048,4	m2	5 hari	Rp	193.073.000
IV.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 2 Zona 2	489,0	m2	3 hari	Rp	61.882.500
IV.3	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 2 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	37.391.939
IV.4	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 2 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	7.040.930
IV.5	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	9.132.141
IV.6	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	4.040.991
IV.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 2 Zona 1	1.048,4	m2	4 hari	Rp	8.120.000
IV.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 2 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
IV.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 2 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
IV.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 2 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 2 Zona 1	46.355,0	kg	9 hari	Rp	489.077.262
IV.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 2 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
IV.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 2 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
IV.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 2 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
IV.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 1 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
IV.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 1 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
IV.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 2 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
IV.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 2 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
IV.21	Pasang Besi Balok Lt. 2 Zona 1	46.355,0	kg	10 hari	Rp	14.250.000
IV.22	Pasang Besi Balok Lt. 2 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
IV.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 2 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000
IV.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 2 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
IV.25	Pasang Besi Plat Lt. 2 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
IV.26	Pasang Besi Plat Lt. 2 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000
IV.27	Pasang Besi Tangga Lt. 1 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
IV.28	Pasang Besi Tangga Lt. 1 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
IV.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.2 ; Tangga Lt. 1 Zona 1	160,1	m3	1 hari	Rp	113.118.731
IV.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.2 ; Tangga Lt. 1 Zona 2	65,2	m3	1 hari	Rp	46.707.375
IV.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 2 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
IV.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 2 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 2 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 2 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000

IV.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 1 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	38.185,3	kg	4 hari	Rp	392.776.661
IV.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	14.114,3	kg	2 hari	Rp	146.724.456
IV.39	Reparasi Bekisting (50%) Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	810,8	m2	2 hari	Rp	31.424.869
IV.40	Reparasi Bekisting (50%) Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	19.150.193
IV.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	85,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
IV.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	22,6	kg	3 hari	Rp	4.275.000
IV.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	810,8	m2	2 hari	Rp	4.060.000
IV.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	120,6	kg	2 hari	Rp	86.200.140
IV.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	53,0	kg	2 hari	Rp	38.837.698
IV.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 1	810,8	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IV.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 2 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>V</b>	<b>Struktur Lantai 3</b>					
V.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 3 Zona 1	1.048,4	m2	4 hari	Rp	193.073.000
V.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lt. 3 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	61.882.500
V.3	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 3 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	37.391.939
V.4	Fabrikasi Bekisting Plat Lt. 3 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	7.040.930
V.5	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	9.132.141
V.6	Fabrikasi Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	4.040.991
V.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 3 Zona 1	1.048,4	m2	4 hari	Rp	8.120.000
V.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 3 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
V.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 3 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
V.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 3 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	4.060.000
V.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	9.132.141
V.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
V.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 3 Zona 1	46.355,0	kg	9 hari	Rp	489.077.262
V.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 3 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
V.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 3 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
V.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 3 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
V.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 2 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
V.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 2 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
V.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 3 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
V.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 3 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
V.21	Pasang Besi Balok Lt. 3 Zona 1	46.355,0	kg	10 hari	Rp	14.250.000
V.22	Pasang Besi Balok Lt. 3 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
V.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 3 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000
V.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 3 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
IV.25	Pasang Besi Plat Lt. 3 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
IV.26	Pasang Besi Plat Lt. 3 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000

V.25	Pasang Besi Tangga Lt. 2 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
V.26	Pasang Besi Tangga Lt. 2 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
V.27	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.3 ; Tangga Lt. 2 Zona 1	160,1	m3	1 hari	Rp	113.118.731
V.28	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.3 ; Tangga Lt. 2 Zona 2	65,2	m3	1 hari	Rp	46.707.375
V.29	Bongkar Bekisting Balok Lt. 3 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
V.30	Bongkar Bekisting Balok Lt. 3 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
V.31	Bongkar Bekisting Plat Lt. 3 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
V.32	Bongkar Bekisting Plat Lt. 3 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
V.33	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
V.34	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 2 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
V.35	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	38.185,3	kg	4 hari	Rp	392.776.661
V.36	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	14.114,3	kg	2 hari	Rp	146.724.456
V.37	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	810,8	m2	4 hari	Rp	62.849.738
V.38	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	415,4	m2	4 hari	Rp	36.746.170
V.39	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	810,8	m2	3 hari	Rp	6.090.000
V.40	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	415,4	m2	3 hari	Rp	4.190.000
V.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	38.185,3	kg	4 hari	Rp	5.700.000
V.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	14.114,3	kg	3 hari	Rp	4.275.000
V.43	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	120,6	kg	2 hari	Rp	86.200.140
V.44	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	53,0	kg	2 hari	Rp	38.837.698
V.45	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 1	810,8	m2	1 hari	Rp	2.030.000
V.46	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 3 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>VI</b>	<b>Struktur Lantai 4</b>					
VI.1	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 4 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	42.914.600
VI.2	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 4 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	15.386.500
VI.3	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 4 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	10.918.388
VI.4	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 4 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	3.128.186
VI.5	Reparasi Bekisting (20%) Tangga Lt. 3 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	3.546.428
VI.6	Reparasi Bekisting (20%) Tangga Lt. 3 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.528.198
VI.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 4 Zona 1	1.048,4	m2	3 hari	Rp	6.090.000
VI.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 4 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VI.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 4 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VI.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 4 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 3 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 3 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 4 Zona 1	46.355,0	kg	9 hari	Rp	489.077.262

VI.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 4 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
VI.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 4 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
VI.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 4 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
VI.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 3 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
VI.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 3 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
VI.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 4 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
VI.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 4 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
VI.21	Pasang Besi Balok Lt. 4 Zona 1	46.355,0	kg	10 hari	Rp	14.250.000
VI.22	Pasang Besi Balok Lt. 4 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VI.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 4 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000
VI.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 4 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
VI.25	Pasang Besi Plat Lt. 4 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VI.26	Pasang Besi Plat Lt. 4 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VI.27	Pasang Besi Tangga Lt. 3 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VI.28	Pasang Besi Tangga Lt. 3 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VI.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.4 ; Tangga Lt. 3 Zona 1	65,2	m3	1 hari	Rp	113.118.731
VI.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.4 ; Tangga Lt. 3 Zona 2	127,5	m3	1 hari	Rp	46.707.375
VI.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 4 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VI.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 4 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 4 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 4 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 3 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 3 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	38.185,3	kg	4 hari	Rp	392.776.661
VI.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	14.114,3	kg	2 hari	Rp	146.724.456
VI.39	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	810,8	m2	2 hari	Rp	15.149.948
VI.40	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	7.779.234
VI.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	85,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VI.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	22,6	kg	3 hari	Rp	4.275.000
VI.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	85,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VI.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	120,6	kg	2 hari	Rp	86.200.140
VI.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	53,0	kg	2 hari	Rp	38.837.698
VI.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VI.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 4 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>VII</b>	<b>Struktur Lantai 5</b>					
VII.1	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 5 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	42.914.600
VII.2	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 5 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	15.386.500

VII.3	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 5 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	10.918.388
VII.4	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 5 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	3.128.186
VII.5	Reparasi Bekisting (20%) Tangga Lt. 4 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	3.546.428
VII.6	Reparasi Bekisting (20%) Tangga Lt. 4 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.528.198
VII.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 5 Zona 1	1.048,4	m2	3 hari	Rp	6.090.000
VII.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 5 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VII.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 5 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VII.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 5 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 4 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 4 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 5 Zona 1	46.355,0	kg	9 hari	Rp	489.077.262
VII.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 5 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
VII.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 5 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
VII.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 5 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
VII.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 4 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
VII.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 4 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
VII.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 5 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
VII.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 5 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
VII.21	Pasang Besi Balok Lt. 5 Zona 1	46.355,0	kg	10 hari	Rp	14.250.000
VII.22	Pasang Besi Balok Lt. 5 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VII.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 5 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000
VII.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 5 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
VII.25	Pasang Besi Plat Lt. 5 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VII.26	Pasang Besi Plat Lt. 5 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VII.27	Pasang Besi Tangga Lt. 4 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VII.28	Pasang Besi Tangga Lt. 4 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VII.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.5 ; Tangga Lt. 4 Zona 1	1,0	m3	1 hari	Rp	113.118.731
VII.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.5 ; Tangga Lt. 4 Zona 2	1,0	m3	1 hari	Rp	46.707.375
VII.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 5 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VII.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 5 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 5 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 5 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 4 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 4 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	38.185,3	kg	4 hari	Rp	392.776.661
VII.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	14.114,3	kg	2 hari	Rp	146.724.456
VII.39	Reparasi Bekisting (50%) Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	810,8	m2	2 hari	Rp	31.424.869
VII.40	Reparasi Bekisting (50%) Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	19.150.193
VII.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	85,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VII.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	22,6	kg	3 hari	Rp	4.275.000
VII.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	810,8	m2	2 hari	Rp	4.060.000

VII.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	120,6	kg	2 hari	Rp	86.200.140
VII.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	53,0	kg	2 hari	Rp	38.837.698
VII.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 1	810,8	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VII.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 5 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>VIII</b>	<b>Struktur Lantai 6</b>					
VIII.1	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 6 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	42.914.600
VIII.2	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. 6 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	15.386.500
VIII.3	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 6 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	10.918.388
VIII.4	Reparasi Bekisting (20%) Plat Lt. 6 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	3.128.186
VIII.5	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 5 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	5.641.070
VIII.6	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 5 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	3.095.496
VIII.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 6 Zona 1	1.048,4	m2	3 hari	Rp	6.090.000
VIII.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 6 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VIII.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 6 Zona 1	414,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VIII.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 6 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VIII.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 5 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VIII.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 5 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VIII.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 6 Zona 1	32.646,0	kg	7 hari	Rp	346.396.654
VIII.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 6 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
VIII.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 6 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
VIII.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 6 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
VIII.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 5 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
VIII.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 5 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
VIII.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 6 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
VIII.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 6 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
VIII.21	Pasang Besi Balok Lt. 6 Zona 1	32.646,0	kg	6 hari	Rp	8.550.000
VIII.22	Pasang Besi Balok Lt. 6 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VIII.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 6 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000
VIII.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 6 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
VIII.25	Pasang Besi Plat Lt. 6 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VIII.26	Pasang Besi Plat Lt. 6 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VIII.27	Pasang Besi Tangga Lt. 5 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VIII.28	Pasang Besi Tangga Lt. 5 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
VIII.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.6 ; Tangga Lt. 5 Zona 1	127,5	m3	1 hari	Rp	90.290.528
VIII.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.6 ; Tangga Lt. 5 Zona 2	58,8	m3	1 hari	Rp	42.202.678
VIII.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 6 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
VIII.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 6 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VIII.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 6 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VIII.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 6 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VIII.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 5 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000

VIII.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 5 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VIII.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	34.615,3	kg	3 hari	Rp	354.201.973
VIII.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	15.231,3	kg	2 hari	Rp	157.867.813
VIII.39	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	810,8	m2	4 hari	Rp	62.849.738
VIII.40	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	415,4	m2	4 hari	Rp	36.746.170
VIII.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	34.615,3	kg	4 hari	Rp	5.700.000
VIII.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	15.231,3	kg	2 hari	Rp	2.850.000
VIII.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	34.615,3	m2	3 hari	Rp	6.090.000
VIII.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	15.231,3	m2	3 hari	Rp	4.190.000
VIII.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	121,1	kg	2 hari	Rp	86.518.488
VIII.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	53,1	kg	2 hari	Rp	38.975.023
VIII.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 1	34.615,3	m2	1 hari	Rp	2.030.000
VIII.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 6 Zona 2	15.231,3	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>IX</b>	<b>Struktur Lantai 7</b>					
IX.1	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 7 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	97.611.500
IX.2	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 7 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	32.016.250
IX.3	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 7 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	18.695.970
IX.4	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 7 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	4.595.465
IX.5	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 6 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	5.641.070
IX.6	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 6 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	3.095.496
IX.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 7 Zona 1	1.048,4	m2	3 hari	Rp	6.090.000
IX.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 7 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
IX.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 7 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 7 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 6 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 6 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 7 Zona 1	32.646,0	kg	7 hari	Rp	346.396.654
IX.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 7 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
IX.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 7 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
IX.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 7 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
IX.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 6 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
IX.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 6 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
IX.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 7 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
IX.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 7 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
IX.21	Pasang Besi Balok Lt. 7 Zona 1	32.646,0	kg	6 hari	Rp	8.550.000
IX.22	Pasang Besi Balok Lt. 7 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
IX.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 7 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000

IX.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 7 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
IX.25	Pasang Besi Plat Lt. 7 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
IX.26	Pasang Besi Plat Lt. 7 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000
IX.27	Pasang Besi Tangga Lt. 6 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
IX.28	Pasang Besi Tangga Lt. 6 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
IX.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.7 ; Tangga Lt. 6 Zona 1	127,5	m3	1 hari	Rp	90.290.528
IX.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.7 ; Tangga Lt. 6 Zona 2	58,8	m3	1 hari	Rp	42.202.678
IX.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 7 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
IX.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 7 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 7 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 7 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 6 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 6 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	34.615,3	kg	3 hari	Rp	354.201.973
IX.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	15.231,3	kg	2 hari	Rp	157.867.813
IX.39	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	810,8	m2	2 hari	Rp	15.149.948
IX.40	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	7.779.234
IX.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	34.615,3	kg	4 hari	Rp	5.700.000
IX.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	15.231,3	kg	2 hari	Rp	2.850.000
IX.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	34.615,3	m2	2 hari	Rp	4.060.000
IX.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	121,1	kg	2 hari	Rp	86.518.488
IX.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	53,1	kg	2 hari	Rp	38.975.023
IX.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 1	34.615,3	m2	1 hari	Rp	2.030.000
IX.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 7 Zona 2	15.231,3	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>X</b>	<b>Struktur Lantai 8</b>					
X.1	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 8 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	97.611.500
X.2	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 8 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	32.016.250
X.3	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 8 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	18.695.970
X.4	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 8 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	4.595.465
X.5	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 7 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	5.641.070
X.6	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 7 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	3.095.496
X.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 8 Zona 1	1.048,4	m2	3 hari	Rp	6.090.000
X.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 8 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
X.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 8 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000



X.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 8 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 7 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 7 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 8 Zona 1	32.646,0	kg	7 hari	Rp	346.396.654
X.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 8 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
X.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 8 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
X.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 8 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
X.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 7 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
X.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 7 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
X.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 8 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
X.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 8 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
X.21	Pasang Besi Balok Lt. 8 Zona 1	32.646,0	kg	6 hari	Rp	8.550.000
X.22	Pasang Besi Balok Lt. 8 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
X.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 8 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000
X.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 8 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
X.25	Pasang Besi Plat Lt. 8 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
X.26	Pasang Besi Plat Lt. 8 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000
X.27	Pasang Besi Tangga Lt. 7 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
X.28	Pasang Besi Tangga Lt. 7 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
X.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.8 ; Tangga Lt. 7 Zona 1	127,5	m3	1 hari	Rp	90.290.528
X.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.8 ; Tangga Lt. 7 Zona 2	58,8	m3	1 hari	Rp	42.202.678
X.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 8 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
X.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 8 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 8 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 8 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 7 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 7 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	34.615,3	kg	3 hari	Rp	354.201.973
X.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	15.231,3	kg	2 hari	Rp	157.867.813
X.39	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	810,8	m2	4 hari	Rp	62.849.738
X.40	Fabrikasi Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	415,4	m2	4 hari	Rp	36.746.170
X.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	34.615,3	kg	4 hari	Rp	5.700.000
X.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	15.231,3	kg	2 hari	Rp	2.850.000
X.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	34.615,3	m2	3 hari	Rp	6.090.000
X.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	15.231,3	m2	3 hari	Rp	4.190.000
X.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	121,1	kg	2 hari	Rp	86.518.488
X.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	53,1	kg	2 hari	Rp	38.975.023
X.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 1	34.615,3	m2	1 hari	Rp	2.030.000
X.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 8 Zona 2	15.231,3	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>XI</b>	<b>Struktur Lantai 9</b>					

XI.1	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 9 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	97.611.500
XI.2	Reparasi Bekisting (50%) Balok Lt. 9 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	32.016.250
XI.3	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 9 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	18.695.970
XI.4	Reparasi Bekisting (50%) Plat Lt. 9 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	4.595.465
XI.5	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 8 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	5.641.070
XI.6	Reparasi Bekisting (50%) Tangga Lt. 8 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	3.095.496
XI.7	Pasang Bekisting Balok Lt. 9 Zona 1	1.048,4	m2	3 hari	Rp	6.090.000
XI.8	Pasang Bekisting Balok Lt. 9 Zona 2	489,0	m2	2 hari	Rp	4.060.000
XI.9	Pasang Bekisting Plat Lt. 9 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.10	Pasang Bekisting Plat Lt. 9 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.11	Pasang Bekisting Tangga Lt. 8 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.12	Pasang Bekisting Tangga Lt. 8 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.13	Fabrikasi Besi Balok Lt. 9 Zona 1	32.646,0	kg	7 hari	Rp	346.396.654
XI.14	Fabrikasi Besi Balok Lt. 9 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
XI.15	Fabrikasi Besi Plat Lt. 9 Zona 1	8.629,9	kg	3 hari	Rp	95.971.821
XI.16	Fabrikasi Besi Plat Lt. 9 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	23.842.673
XI.17	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 8 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	136.644.615
XI.18	Fabrikasi Besi Tangga Lt. 8 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	39.904.970
XI.19	Pengadaan Plat Precast Lt. 9 Zona 1	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
XI.20	Pengadaan Plat Precast Lt. 9 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	64.612.424
XI.21	Pasang Besi Balok Lt. 9 Zona 1	32.646,0	kg	6 hari	Rp	8.550.000
XI.22	Pasang Besi Balok Lt. 9 Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	5.700.000
XI.23	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 9 Zona 1	56,0	buah	2 hari	Rp	1.052.000
XI.24	Pengangkatan dan Ereksi Plat Precast Lt. 9 Zona 2	56,0	buah	1 hari	Rp	526.000
XI.25	Pasang Besi Plat Lt. 9 Zona 1	8.629,9	kg	4 hari	Rp	5.700.000
XI.26	Pasang Besi Plat Lt. 9 Zona 2	2.033,1	kg	1 hari	Rp	1.425.000
XI.27	Pasang Besi Tangga Lt. 8 Zona 1	13.400,6	kg	1 hari	Rp	1.425.000
XI.28	Pasang Besi Tangga Lt. 8 Zona 2	3.703,4	kg	1 hari	Rp	1.425.000
XI.29	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.9 ; Tangga Lt. 8 Zona 1	127,5	m3	1 hari	Rp	90.290.528
XI.30	Pengecoran Balok & Plat Overtopping Lt.9 ; Tangga Lt. 8 Zona 2	58,8	m3	1 hari	Rp	42.202.678
XI.31	Bongkar Bekisting Balok Lt. 9 Zona 1	1.048,4	m2	2 hari	Rp	4.060.000
XI.32	Bongkar Bekisting Balok Lt. 9 Zona 2	489,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.33	Bongkar Bekisting Plat Lt. 9 Zona 1	414,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.34	Bongkar Bekisting Plat Lt. 9 Zona 2	62,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.35	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 8 Zona 1	85,0	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.36	Bongkar Bekisting Tangga Lt. 8 Zona 2	22,6	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.37	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	24.063,9	kg	2 hari	Rp	245.981.191
XI.38	Fabrikasi Besi Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	12.716,5	kg	2 hari	Rp	132.779.529
XI.39	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	810,8	m2	2 hari	Rp	15.149.948
XI.40	Reparasi Bekisting (20%) Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	7.779.234
XI.41	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	24.063,9	kg	2 hari	Rp	4.275.000

XI.42	Pasang Besi Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	12.716,5	kg	2 hari	Rp	2.592.516
XI.43	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	24.063,9	m2	2 hari	Rp	4.060.000
XI.44	Pasang Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	415,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.45	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	85,4	kg	1 hari	Rp	60.652.377
XI.46	Pengecoran Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	44,6	kg	1 hari	Rp	32.139.278
XI.47	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 1	24.063,9	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XI.48	Bongkar Bekisting Kolom & Shearwall Lt. 9 Zona 2	12.716,5	m2	1 hari	Rp	2.030.000
<b>XII</b>	<b>PEKERJAAN ATAP</b>					
XII.1	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. Atap Zona 1	338,2	m2	1 hari	Rp	38.614.600
XII.2	Reparasi Bekisting (20%) Balok Lt. Atap Zona 2	128,4	m2	1 hari	Rp	13.236.500
XII.3	Pasang Bekisting Balok Lt. Atap Zona 1	338,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XII.4	Pasang Bekisting Balok Lt. Atap Zona 2	128,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XII.5	Fabrikasi Besi Balok Lt. Atap Zona 1	32.646,0	kg	7 hari	Rp	346.396.654
XII.6	Fabrikasi Besi Balok Lt. Atap Zona 2	21.979,0	kg	4 hari	Rp	231.102.452
XII.7	Pasang Besi Balok Lt. Atap Zona 1	32.646,0	kg	6 hari	Rp	8.550.000
XII.8	Pasang Besi Balok Lt. Atap Zona 2	21.979,0	kg	3 hari	Rp	4.275.000
XII.9	Pengecoran Balok Lt. Atap Zona 1	36,5	m3	1 hari	Rp	26.613.634
XII.10	Pengecoran Balok Lt. Atap Zona 2	14,9	m3	1 hari	Rp	11.490.222
XII.11	Bongkar Bekisting Balok Lt. Atap Zona 1	338,2	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XII.12	Bongkar Bekisting Balok Lt. Atap Zona 2	128,4	m2	1 hari	Rp	2.030.000
XII.13	Pasang Kolom WF 400.200.11 Zona 1	2.021,8	kg	1 hari	Rp	18.725.067
XII.14	Pasang Kolom WF 400.200.11 Zona 2	1.383,3	kg	1 hari	Rp	13.234.414
XII.15	Pasang Kuda-Kuda WF 400.200.7.11 Zona 1	10.079,3	kg	2 hari	Rp	42.993.312
XII.16	Pasang Kuda-Kuda WF 400.200.7.11 Zona 2	6.683,3	kg	2 hari	Rp	29.409.312
XII.17	Pasang Double G CNP 200.75.20.3,2 Zona 1	11.562,8	kg	3 hari	Rp	38.702.525
XII.18	Pasang Double G CNP 200.75.20.3,2 Zona 2	11.984,6	kg	3 hari	Rp	39.967.880
<b>XIII</b>	<b>SEWA TC &amp; SCAFFOLDING</b>					
XIII.1	Sewa Tower Crane	2	buah	270 hari	Rp	1.170.000.000
XIII.2	Sewa Scaffolding	2.623	Set	239 hari	Rp	626.897.000
<b>TOTAL</b>					<b>Rp</b>	<b>32.746.955.793</b>

## DAFTAR HARGA UPAH & MATERIAL

**PEKERJAAN** : PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG PASCASARJANA UMM  
**LOKASI** : KAMPUS UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MALANG  
**TAHUN** : 2018

NO	U R A I A N	SATUAN	HARGA (Rp.)	KET.
1	2	3	4	5
<b>A</b>	<b>UPAH PEKERJA</b>			
1	Mandor	O.H	Rp 120.000,00	Proyek
2	Tukang	O.H	Rp 108.000,00	Proyek
3	Pembantu Tukang	O.H	Rp 95.000,00	Proyek
4	Supir	O.H	Rp 85.000,00	Proyek
5	Pembantu Supir	O.H	Rp 64.500,00	Proyek
6	Operator	O.H	Rp 150.000,00	Proyek
<b>B</b>	<b>SEWA ALAT</b>			
1	Sewa Excavator Type KOBELCO SK 850LC	hari	Rp 1.260.000,00	Proyek
2	Sewa Scaffolding 1 set	bln	Rp 1.000,00	Proyek
3	Sewa Dump Truck 7-10 m <sup>3</sup>	hari	Rp 433.333,33	Proyek
4	Sewa Vibrator Roller	jam	Rp 225.000,00	Proyek
5	Sewa Vibrator Roller 2,5	jam	Rp 81.250,00	Proyek
6	Sewa Concrete Vibrator	hari	Rp 23.333,33	Proyek
7	Sewa Stamper	jam	Rp 18.750,00	Proyek
8	Sewa Concrete Pump Portable	hari	Rp 350.000,00	Proyek
9	Sewa Concrete Pump mobile	hari	Rp 333.333,33	Proyek
10	Sewa Hydraulic Bore Piling	hari	Rp 1.200.000,00	Proyek
11	Sewa Tower Crane 12 ton	hari	Rp 2.166.666,67	Proyek
12	Sewa Molen	hari	Rp 250.000,00	Proyek
13	Sewa Alat Theodolit	jam	Rp 185.000,00	Proyek
14	Mob / Demob	unit	Rp 25.000.000,00	Proyek
15	Bar Cutter	hari	Rp 100.000,00	Proyek
16	Bar Bender	hari	Rp 100.000,00	Proyek
17	Concrete Bucket	hari	Rp 100.000,00	Proyek
18	Trowel	buah		Proyek
<b>C</b>	<b>MATERIAL</b>			
1	Pasir Urug	m <sup>3</sup>	Rp 180.000,00	UD. Makmur
2	Pasir Pasang/cor	m <sup>3</sup>	Rp 250.000,00	UD. Makmur
3	Pasir Beton	m <sup>3</sup>	Rp 150.000,00	UD. Makmur
4	Sirtu	m <sup>3</sup>	Rp 80.000,00	Proyek
5	Tanah Urug	m <sup>3</sup>	Rp 200.000,00	UD. Makmur
6	Batu Pecah Mesin/Stenslah 1/2	m <sup>3</sup>	Rp 250.000,00	UD. Makmur
7	Batu Pecah	m <sup>3</sup>	Rp 118.000,00	UD. Makmur
8	Batako 40x20x10	bj	Rp 1.000,00	UD. Bangun Persada
9	Beton Ready Mix (K-100) Lantai Kerja	m <sup>3</sup>	Rp 540.000,00	PT. Varian Usaha Beton
10	Beton Ready Mix (K-300)	m <sup>3</sup>	Rp 700.000,00	PT. Varian Usaha Beton
11	Portland Cement (PC) @ 40 kg	zak	Rp 50.000,00	UD. Bangun Persada
		kg	Rp 1.250,00	
12	Plat Precast T = 7 cm; L = 4.00 m	m <sup>2</sup>	Rp 220.000,00	PT. Adhimix PCI Indonesia
13	Plat Precast T = 7 cm; L = 4.50 m	m <sup>2</sup>	Rp 240.000,00	PT. Adhimix PCI Indonesia
14	Minyak bekisting	ltr	Rp 85.000,00	Proyek
15	Air	ltr	Rp 15,00	Proyek
16	Besi Beton Polos (Besi BJTP-24)	kg	Rp 8.000,00	UD. Makmur
17	Besi Beton Ulir U40 8 mm	kg	Rp 9.000,00	Proyek
18	Besi Beton Ulir U40 10 mm	kg	Rp 9.000,00	Proyek
19	Besi Beton Ulir U40 12 mm	kg	Rp 9.000,00	Proyek
20	Besi Beton Ulir U40 13 mm	kg	Rp 9.000,00	Proyek
21	Besi Beton Ulir U40 16 mm	kg	Rp 9.000,00	Proyek
22	Besi Beton Ulir U40 19 mm	kg	Rp 9.000,00	Proyek
23	Besi Beton Ulir U40 22 mm	kg	Rp 9.000,00	Proyek
24	Besi Beton Ulir U40 25 mm	kg	Rp 9.000,00	Proyek

25	Besi Beton Ulir U40 28 mm	kg	Rp	9.000,00	Proyek
26	Besi Beton Ulir U40 32 mm	kg	Rp	9.000,00	Proyek
27	Besi Beton Ulir U40 36 mm	kg	Rp	9.000,00	Proyek
28	Kawat Beton/ Bendrat	kg	Rp	12.200,00	UD. Bangun Persada
29	Wiremesh M8 150	lembar	Rp	52.910,00	Proyek
30	Paku 2" - 5" / Paku kawat	kg	Rp	17.000,00	Tirta Jaya
31	Paku 5" - 7"	kg	Rp	12.000,00	Tirta Jaya
32	Kayu Meranti (Papan 2/20)	m3	Rp	68.500,00	UD. Bangun Persada
33	Kayu Meranti (Usuk 5/7)	m3	Rp	39.000,00	UD. Norton
34	Kayu Meranti Bekisting	m3	Rp	225.000,00	TB. Kusuma Perdana
35	Kayu Meranti Balok (6/12)	m3	Rp	80.000,00	UD. Bangun Persada
36	Oli	liter	Rp	8.500,00	UD. Bangun Persada
37	Dolken kayu gelam	btg	Rp	65.000,00	UD. Makmur
38	Multipleks UK. 122 cm x 244 cm x 9 mm	lbr	Rp	144.000,00	UD. Norton
39	Besi Baja profil WF 400.200.7.11	kg	Rp	4.000,00	Proyek
40	Besi Baja profil Double G CNP 200.75.20.3,2	kg	Rp	3.000,00	Proyek
41	Besi plat t=10mm	kg	Rp	8.600,00	Proyek
42	Baut HTB Ø 10 - 16 mm	bh	Rp	2.500,00	Proyek
43	Baut HTB Ø 8 mm	bh	Rp	750,00	Proyek
44	Baut Biasa Ø 10 - 16 mm	bh	Rp	1.100,00	Proyek
45	Baut Biasa Ø 8 mm	bh	Rp	600,00	Proyek
46	Jarum keras / Turnbuckle	bh	Rp	32.500,00	Proyek
47	Sekop	bh	Rp	80.000,00	UD. Bangun Persada
48	Kereta Dorong	bh	Rp	400.000,00	UD. Bangun Persada
49	Palu 5 kg	bh	Rp	230.000,00	UD. Bangun Persada
50	Palu	bh	Rp	67.000,00	UD. Bangun Persada
51	Pembengkok Besi	bh	Rp	65.000,00	UD. Bangun Persada
52	Palu 5 kg	bh	Rp	230.003,00	UD. Bangun Persada
53	Gergaji	bh	Rp	50.000,00	UD. Bangun Persada
54	Seng Gelombang 80 cm x 200 cm	lmbr	Rp	69.000,00	UD. Bangun Persada

Kepada Yth,  
**PT. Wijaya Karya (Persero)**  
 Up. Bpk. Anggi Dhiwangkara

**PERIHAL : REVISI PENAWARAN HARGA PRESLAB / HALSLAB**

Dengan hormat,

Sesuai dengan Gambar Design yang kami terima perihal untuk pengadaan Preslab pada proyek Pembangunan Graha Pertamina Jl. Medan Merdeka Timur No. 11-13 Gambir Jakarta Pusat, bersama ini kami sampaikan Revisi Penawaran harga pengadaan Preslab dengan spesifikasi produk sebagai berikut :

No.	Uraian	Sat	Volume	Harga Sat.	Jumlah Harga
1	S1 LL=400 DL=150 T=8cm L=4.00m t = 80+50 mm ; topping fc' 30	m2	65.823	Rp 220,000.00	Rp 14,481,060.00
2	S2 LL=400 DL=150 T=8 cm L=4.50m t = 80+50 mm ; topping fc' 30	m2	206.689	Rp 240,000.00	Rp 49,605,360.00
<b>TOTAL</b>					<b>Rp 64,086,420.00</b>
PPN 10%					Rp 6,408,642.00
<b>GRAND TOTAL</b>					<b>Rp 70,495,062.00</b>

**Dengan kondisi penawaran sebagai berikut:**

- Harga tersebut belum termasuk PPn 10% dan PPh 2.5%
- Harga satuan produk diatas **sudah termasuk** :
  - Pengadaan dan pengiriman barang diatas Truk diluar penurunan barang, dengan waktu tunggu truk maksimum 60 menit sejak truk angkutan tiba dilokasi.
  - Pemasangan Pre Slab / Half Slab
- Harga satuan produk **tidak termasuk:** Penyediaan alat berat (crane) untuk menurunkan barang dari atas truk, balok kayu, scaffolding/pipe support, pekerjaan pemasangan tulangan tumpuan dan topping concrete.
- Volume preslab dihitung berdasarkan persegi panjang penuh, apabila ada variasi produk berupa lubang blok out pada produk untuk kolom atau sparing instalasi lain maka perhitungan volume sebesar persegi panjang penuh. Apabila ada variasi bentuk diluar spesifikasi diatas maka akan dikenakan tambahan biaya.
- Biaya pengetesan Besi, PC Wire, Wire Rode dan Beton di Lab independent menjadi tanggung jawab pemberi tugas.
- Pelaksanaan produksi dimulai setelah : Diterimanya Pembayaran dan Shopdrawing disetujui oleh Pihak Pihak Terkait

7. Persyaratan pembayaran :

- Uang muka sebesar **30%** dari total nilai kontrak, sebelum barang diproduksi dan setelah kwitansi diterima dengan lengkap oleh PIHAK PEMBELI dan akan dipotongkan secara proporsional sesuai progress.
- Barang yang sudah diproduksi dan sebelum dikirim diprogresskan sebesar 80% dari harga satuan kontrak dan dapat ditagihkan
- Barang yang sudah terkirim dilokasi proyek diprogresskan sebesar 20% dari harga satuan kontrak dan dapat ditagihkan.
- Realisasi pembayaran dilakukan paling lambat 14 (empat belas) hari sejak kwitansi diterima dengan lengkap oleh Pihak Pembeli.
- Apabila pembayaran menggunakan fasilitas SKBDN maka biaya yang timbul atas penggunaan fasilitas tersebut menjadi tanggung jawab Pembeli.

8. Pihak Pembeli bertanggung jawab atas:

- a. Manajemen traffic, keamanan di lokasi, izin-izin yang diperlukan serta biayanya.
- b. Prasarana dan sarana kerja (kantor lapangan, gudang, air serta lampu penerangan).
- c. Tersedianya jalan yang layak dan mampu untuk dilalui kendaraan angkutan berat (trailer 40 ton maupun crane kapasitas 60 ton), menyediakan lokasi penumpukan yang rata dan padat di lokasi proyek .

9. Harga satuan diatas berlaku sampai dengan **30 hari** sejak tanggal surat penawaran ini, atau jika tidak ada kenaikan harga bahan baku (semen, pasir, spled, strand dan besi beton) dan bahan bakar (BBM).

Demikian Penawaran harga ini kami sampaikan, atas perhatian dan kesempatan yang diberikan kami sampaikan terima kasih.

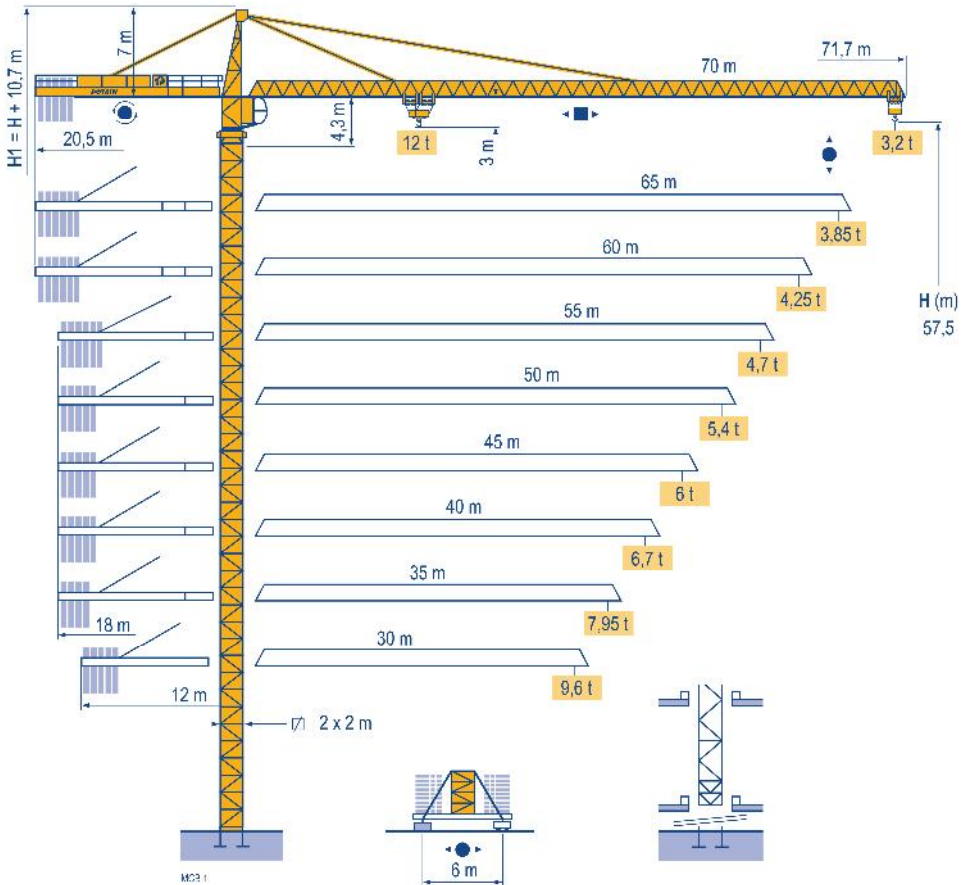
Hormat kami,  
**PT. Adhimix PCI Indonesia**  
Divisi Gedung



**Akhmad Syamsuddin**  
General Manager Operasi

CP : **Karsono HP 0821 679 14 769**  
**WA 0857 8048 2649**

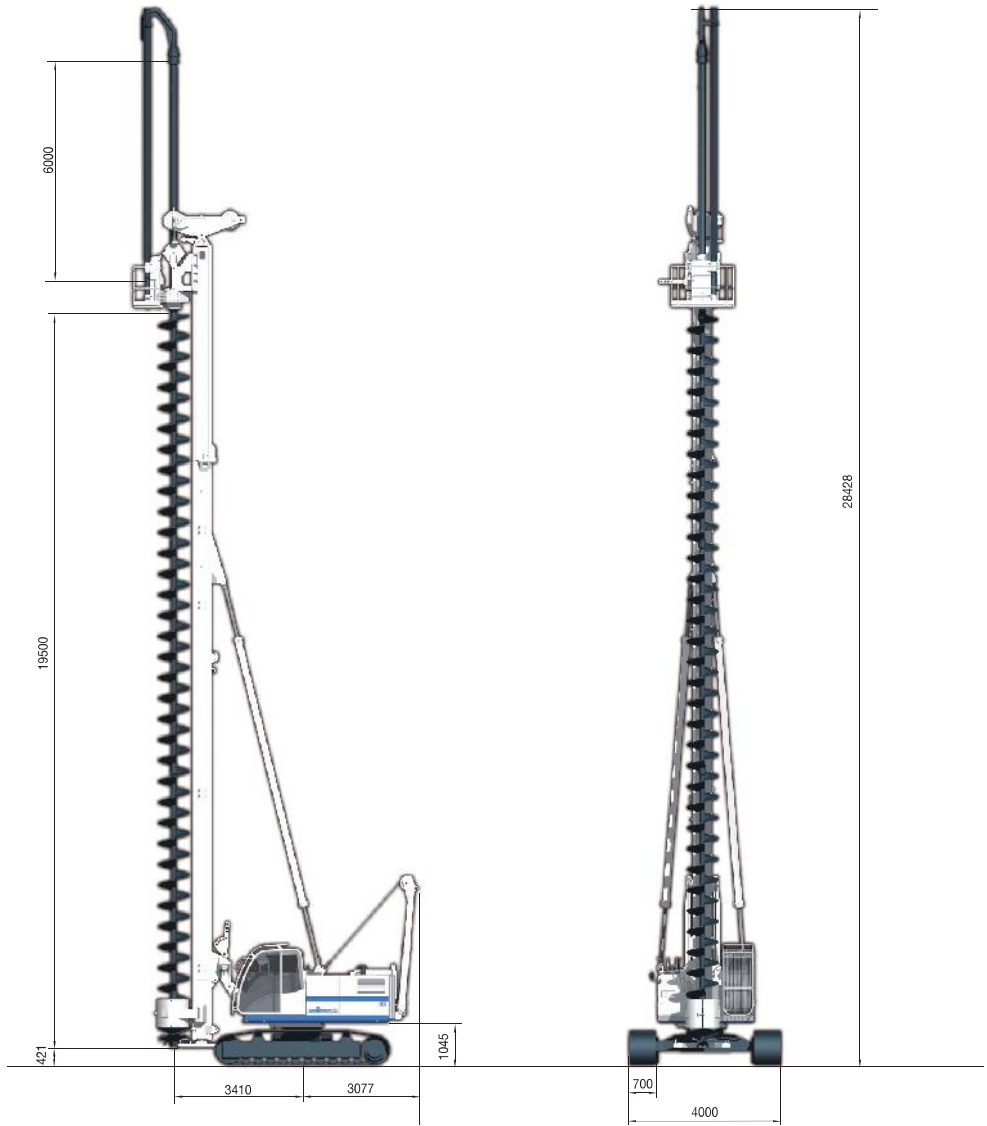
## MC 310 K12





# SF-50 Hydraulic CFA Rotary Rig

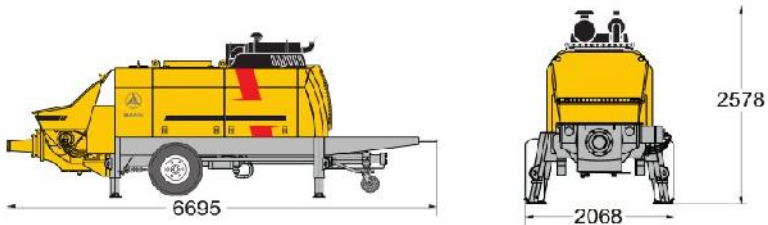
## APPLICATIONS



<b>Operating weight (w/o auger)</b>	<b>35000 kg</b>	<b>77162 lb</b>
<b>Max pile diameter</b>	<b>900 mm</b>	<b>35.43 in</b>
<b>Max pile depth w/o auger cleaner c/w 6 m auger extension</b>	<b>25 m</b>	<b>82 ft</b>
<b>Max pile depth with auger cleaner c/w 6 m auger extension</b>	<b>23,5 m</b>	<b>77 ft</b>
<b>Max extraction force</b>	<b>510 kN</b>	<b>114651 lbf</b>

## Technical Specifications

Model		HBT6013C-5D
Length(mm)		6695
Width(mm)		2068
Height(mm)		2578
Gross weight(kg)		6100
Max.delivery pressure(Mpa)	Low pressure	8
	High pressure	13
Max.concrete output(m <sup>3</sup> /h)	Low pressure	65
	High pressure	40
Delivery cylinder	Bore(mm)	Φ200
	Strok(mm)	1400
Rate power of motor (kW)		115
Max. aggregate size: Φ150 mm delivery pipe		50
Max. aggregate size: Φ125 mm delivery pipe		40
Hopper capacity(m <sup>3</sup> )		0.7
Feeding height(mm)		1320
Type		S-Valve
Slump of concrete(mm)		100~230






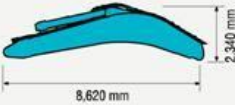


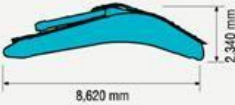


 **SANY AUTOMOBILE  
MANUFACTURING CO.,LTD.**

SANY Industry Town, Changsha National Economic and Technological  
Development Zone, Hunan, China, 410100  
Website: <http://www.sanygroup.com>  
E-mail: [sany-service@sany.com.cn](mailto:sany-service@sany.com.cn)



Materials and specifications are subject to change without further notice in accordance with our continuous technical innovation. Photos and illustrations may include additional equipment. All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, used or distributed.

## Boom, Arm and Bucket Combination

Boom	Arm	Bucket	Application
7.25 m Short Boom Weight: 8,060 kg	2.9 m Weight: 4,130 kg	5.4 m <sup>3</sup> Weight: 3,630 kg	Mass Excavation Application
			
8.25 m Standard Boom Weight: 8,440 kg	2.9 m Weight: 4,130 kg	4.6 m <sup>3</sup> Weight: 3,270 kg	Short Arm Application
			
	3.6 m Weight: 4,240 kg	3.5 m <sup>3</sup> Weight: 2,610 kg	Standard Arm Application
		3.5 m <sup>3</sup> HD Weight: 3,700 kg	
	4.4 m Weight: 4,730 kg	2.8 m <sup>3</sup> Weight: 2,370 kg	Long Arm Application
			

### Backhoe bucket and arm combination

Use	Backhoe bucket					
Bucket capacity	ISO heaped	m <sup>3</sup>	2.8	3.5	4.6	5.4
	Struck	m <sup>3</sup>	2.1	2.6	3.4	4.0
Opening width	With side cutter	mm	1,680	2,000	2,200	2,500
	Without side cutter	mm	1,580	1,900	2,100	2,400
No. of bucket teeth			5	5	6	6
Weight		kg	2,370	2,610	3,270	3,630
Combinations	2.9 m short arm		○	○	○	△
	3.6 m standard arm		○	○	△	—
	4.4 m long arm		○	△	—	—
	2.9 m short arm + 7.25 m short boom		—	—	—	○

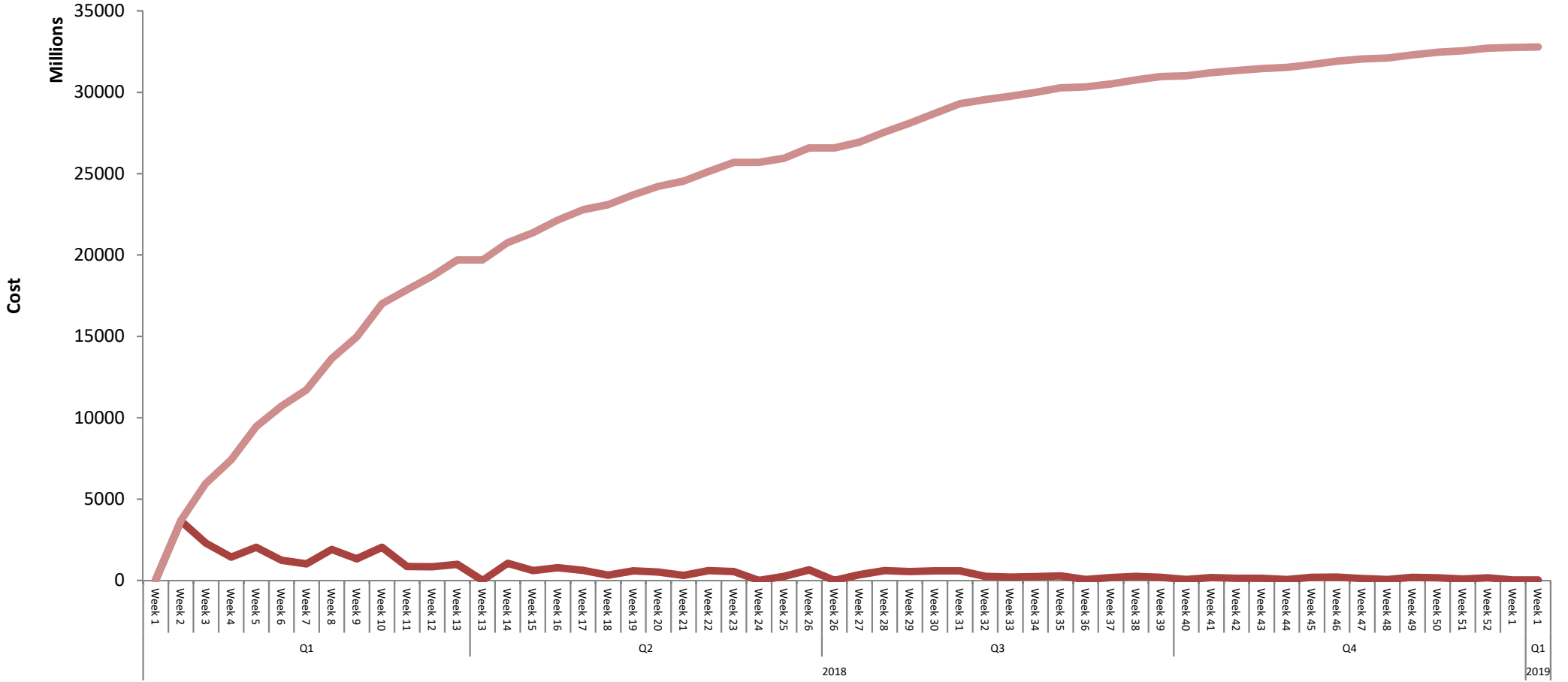
Tasks

Cost Cumulative Cost

# Cash Flow Report

Values

Cost Cumulative Cost



Weekly Calendar