



PROYEK AKHIR - VC 191845

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK DENGAN
KONSTRUKSI HALF SLAB**

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP : 10111610013028

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

PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020



PROYEK AKHIR - VC 191845

**PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK DENGAN
KONSTRUKSI HALF SLAB**

**VIDIA DWI KRISTANTI
NRP : 10111610013028**

**DOSEN PEMBIMBING
Ir. Sukobar, MT.
NIP. 19571201 198601 1 002**

**PROGRAM SARJANA TERAPAN
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2020**



FINAL PROJECT - VC 191845

**PROJECT SCHEDULE AND BUDGET ESTIMATION
OF GUNAWANGSA GRESIK APARTEMENT
BUILDING USING HALF SLAB CONSTRUCTION**

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP : 10111610013028

SUPERVISOR
Ir. Sukobar, MT.
NIP. 19571201 198601 1 002

BACHELOR OF APPLIED DEGREE PROGRAM
DEPARTEMEN OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEERING
FACULTY OF VOCATION
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY
SURABAYA
2020

LEMBAR PENGESAHAN

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK DENGAN KONSTRUKSI *HALF SLAB*

PROYEK AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Terapan Teknik
pada

Program Sarjana Terapan
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya

Surabaya, 20 Agustus 2020

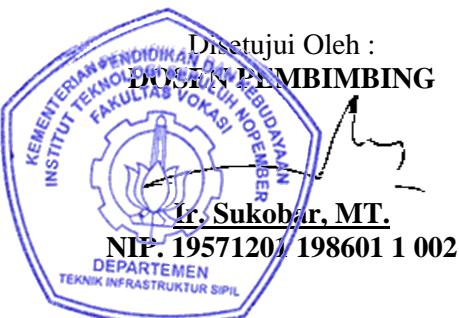
Oleh :
MAHASISWA



Vidia Dwi Kristanti
NRP. 10111610013028

Disetujui Oleh :

DOSEN PEMBIMBING



Ir. Sukobar, MT.

NIP. 19571201 198601 1 002

DEPARTEMEN
TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

“halaman ini sengaja dikosongkan”



Berita Acara Sidang Proyek Akhir

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS

Semester Genap 2019-2020

Nomor BA :

Nomor Jadwal :

24

Program Studi : D4 Teknik Sipil (TRPPBS)

Dilindungi oleh : Aan Fauzi, ST., MT.

Bahwa pada hari ini : Rabu, 05-Agt-2020

Di tempat : Online Meeting

Pukul : 8:00 s/d 10:00

Telah dilaksanakan sidang Proposal Tugas Akhir dengan judul:

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN
GUNAWANGSA GRESIK DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

Yang dihadiri dan dipresentasikan oleh mahasiswa :

10111610013028 VIDIA DWI KRISTANTI

(Hadir / Tidak Hadir)

Hadir

Yang dihadiri oleh dosen Pembimbing:

1 Ir. Sukobar, MT.

(Hadir / Tidak Hadir)

Hadir

2

Yang dihadiri oleh dosen Pengawii:

1 Dimas Pustaka Dibiantara, ST., M.Sc.

(Hadir / Tidak Hadir)

Hadir

2 Aan Fauzi, ST., MT.

Hadir

3

Bahwasannya. musyawarah pembimbing dan pengawii pada sidang proyek akhir ini memutuskan:

10111610013028 VIDIA DWI KRISTANTI

LULUS, DENGAN REVISI MINOR

Catatan / revisi / masukan :

Dimas Pustaka Dibiantara, ST., M.Sc.

- a Acuan/standar yang digunakan ditulis, standart tulangan, bar bending dll
- b Curve "S" cek ulang
- c Cek perhitungan tulangan halfslab (asumsi perletakan)
- d Pabrikasi tulangan kolom/shear wall 1 hari dg pekerja 25 orang dan alat 1, dicek ulang ditambah alat
- e Perkiraan 1 alat untuk 3 orang pekerja
- f Kesimpulan menjawab permasalahan

“halaman ini sengaja dikosongkan”

Aan Fauzi, ST., MT.

- a Bekisting pile cap batako dicek ulang ada item pembongkaran seharusnya tdk ada
- b Penulisan durasi (Lt.1 s/d 10) dikoreksi lagi, yg tertulis durasi komulatif
- c
- d
- e
- f

- a
- b
- c
- d
- e
- f

Tindak lanjut :

Mahasiswa memperbaiki/merevisi Proyek Akhir sesuai dengan masukan di atas.

Penutup :

Demikian Berita Acara Sidang Proyek Akhir ini dibuat sebagai panduan revisi oleh Mahasiswa.

Lampiran :

Tempelkan screen capture peserta meeting online disini.



“halaman ini sengaja dikosongkan”



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. VIDIA DWI KRISTANTI 2
NRP : 1 10111610018028 2
Judul Tugas Akhir : PERCETAKAN WAKTU DAN BIAYA PELAKUKAN PEMBANGUNAN
GEDUNG APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK DENGAN KONSTRUKSI
HALF SLAB
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar , MT
NIP 19571201 198601 1 002

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1.	4 FEBRUARI 2020	1. Memperbaiki WBS		
		2. Membuat Network Planning Kasongan (tidak menggunakan waktunya terlambat dahulu)		B C K
2.	18 FEBRUARI 2020	1. Memperbaiki Network Planning		
		2. Melanjutkan perhitungan volume lap. pekerjaan		B C K
		3. Membawa gambar gedung		
3.	5 MARET 2020	1. Melanjutkan perhitungan Volume beton		
		2. Mengacak rupa tulangan half slab soal diangkat		B C K
		3. Menghilangkan pok. urugan		
		4. Melanjutkan perhitungan vol tulangan		
4.	13 Maret 2020	1. Melanjutkan menghitung Volume cor rangka		B C K
		2. Melanjutkan perhitungan volume tulangan		
5.	24 APRIL 2020	1. Memperbaiki perhitungan volume tulangan raft foundation dan palai		B C K
		2. Melanjutkan perhitungan vol. tulangan		

- 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 VIOLA OWI KRISTANTI **2**
NRP : 1 10111610013028 **2**
Judul Tugas Akhir : PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKUAN PEMBANGUNAN
GEDUNG APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK DENGAN KONSTRUKSI
HALFW SLAB
Dosen Pembimbing : Ir. Sutobor , MT
NIP . 19531201 198601 1 002

Kel

- B - Lebih cepat dari jadwal
 - C - Sesuai dengan jadwal
 - K - Tertambat dan jadwal

“halaman ini sengaja dikosongkan”

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

Nama Mahasiswa : Vidia Dwi Kristanti
NRP : 10111610013028
**Departemen : Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas
Vokasi – ITS**
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar, MT.
NIP : 19571201 198601 1 002

Abstrak

Penyusunan proyek akhir yang berjudul Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik dengan Konstruksi Half Slab ini menggunakan bangunan Gedung Apartemen Gunawangsa yang terletak di Jalan Veteran, Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Proyek ini dibangun oleh kontraktor utama PT. PP (Persero) Tbk yang terdiri dari 4 tower yaitu tower A, B, C, dan D dengan 15 lantai di setiap towernya. Setiap tower pada Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik ini memiliki denah yang sama hanya berbeda pada arah bangunan. Data sekunder yang diperoleh dari pihak pelaksana yaitu berupa gambar struktural dan gambar arsitektur. Untuk proyek akhir ini tower yang ditinjau adalah tower A mulai lantai 1 sampai 10.

Pada proyek akhir ini, meninjau pekerjaan struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah berupa pondasi bore pile, pile cap, dan raft foundation. Sedangkan struktur atas berupa kolom, shearwall, balok, dan tangga yang menggunakan metode pengcoran in-situ, serta pekerjaan struktur pelat lantai yang menggunakan metode half slab precast. Dalam perhitungan waktu ditentukan dengan menghitung volume pekerjaan, produktivitas, durasi, dan kebutuhan sumber daya pada tiap item pekerjaan.

Sedangkan dalam perhitungan biaya meliputi harga material, upah pekerja, dan harga sewa alat berat yang dihitung menggunakan harga lapangan dan referensi di Surabaya. Untuk penyusunan jadwal tiap item pekerjaan dilakukan dengan bantuan software Microsoft Project. Hasil akhir dari studi ini diperoleh rekapitulasi perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan serta kurva S pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik.

Dari hasil analisa, didapatkan durasi pekerjaan selama 174 hari kerja dan biaya pelaksanaan sebesar Rp 10.928.665.253,07.

Kata kunci : Waktu dan biaya pelaksanaan, metode half slab precast, kurva S

PROJECT SCHEDULE AND BUDGET ESTIMATION OF GUNAWANGSA GRESIK APARTEMENT BUILDING USING HALF SLAB CONSTRUCTION

Name of Student : Vidia Dwi Kristanti
NRP : 10111610013028
**Departement : Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas
Vokasi – ITS**
Supervisor : Ir. Sukobar, MT.
NIP : 19571201 198601 1 002

Abstract

The preparation of final project, entitled Project Schedule and Budget Estimation of Gunawangsa Gresik Apartement Building Using Half Slab Construction, uses the Gunawangsa Apartment Building located on Jalan Veteran, Gresik Regency, East Java. This project was built by the main contractor PT. PP (Persero) Tbk, which consists of 4 towers, A, B, C and D, with 15 floors in each tower. Each tower in the Gunawangsa Gresik Apartment Building has the same floor plan, only different in the direction of the building. Secondary data obtained from the executor in the form of structural drawings and architectural drawings. For this final project, tower A will be reviewed from floors 1 to 10.

In this final project, review the work of lower structure and upper structure. The lower structure includes bore pile foundation, pile cap, and raft foundation. While the upper structure includes columns, shearwalls, beams, and stairs using the in-situ cast method, as well as the work on the floor slab structure using the half slab precast method. Time calculation is determined by calculating the volume of work, productivity, duration, and resource requirements for each work item. While the cost calculation includes material prices, labour costs, and rental prices for heavy equipment which are calculated using field prices

and references in Surabaya. For scheduling each work item is done with the help of Microsoft Project software. The final results of this study obtained a recapitulation of the calculation of time and cost of implementation as well as the S curve in the construction project of the Gunawangsa Gresik Apartment Building.

The results of analysis, obtained the duration of work for 174 working days and the implementation cost of Rp 10.928.665.253,07.

Keywords : Project schedule and budget estimation, half slab precast, S curve

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan YME yang telah memberikan Rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proyek akhir. Proyek akhir ini dibuat untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains Terapan pada Program Studi Sarjana Terapan Teknik Sipil, Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Penyusunan proyek akhir ini tidak lepas dari bantuan, dukungan, dan perhatian berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Tuhan YME.
2. Kedua orang tua beserta keluarga penulis yang selalu memberikan motivasi dan semangat serta doa yang tak pernah putus demi kesuksesan buah hatinya.
3. Bapak Mohamad Khoiri, ST., MT., Ph.D., selaku ketua Departemen Teknik Infrastruktur Sipil FV – ITS
4. Bapak Ir. Sukobar, MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan bimbingan selama proses pembuatan proposal.
5. Teman-teman Teknik Infrastruktur Sipil yang selalu mendukung dan memberikan semangat dalam penyelesaian proyek akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan proyek akhir ini masih banyak terdapat kekurangan, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan penulis agar dimasa mendatang menjadi lebih baik. Penulis juga memohon maaf atas segala kekurangan yang ada dalam proyek akhir ini.

Surabaya, 5 Januari 2020

Penulis

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
BAB I	1
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	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Studi Terdahulu	5
2.2 Uraian Umum.....	7
2.3 Beton Pracetak.....	8
2.3.1 Pengertian	8
2.3.2 Pelat Lantai	9
2.3.3 <i>Half Slab Precast</i>	9
2.4 Item Pekerjaan.....	10
2.4.1 Pekerjaan Persiapan	10
2.4.2 Pekerjaan Struktur Bawah	11
2.4.3 Pekerjaan Struktur Atas	14
2.5 Perhitungan Volume.....	24
2.5.1 Volume Pengukuran atau <i>Uitzet</i>	24
2.5.3 Volume Galian.....	24
2.5.4 Volume Urugan	25
2.5.5 Volume Pembesian	25
2.5.6 Volume Bekisting	27
2.5.7 Volume Pengecoran.....	30
2.6 Alat Berat	32
2.6.1 Dump Truck.....	33

2.6.2	Excavator	34
2.6.3	Tower Crane.....	36
2.6.4	Hydraulic Rotary Drilling Rig	38
2.6.5	Truck Mixer	39
2.6.6	Concrete Pump Truck	40
2.6.7	Alat Penunjang.....	41
2.7	Perhitungan Durasi	43
2.7.1	Durasi Pengukuran atau <i>Uitzet</i>	43
2.7.2	Durasi <i>Bouwplank</i>	44
2.7.3	Durasi Galian	44
2.7.4	Durasi Urugan.....	44
2.7.5	Durasi Pembesian.....	45
2.7.6	Durasi Bekisting.....	47
2.7.7	Durasi Pengecoran	49
2.8	Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan.....	55
2.9	Penjadwalan Proyek	57
2.10	Pengendalian Mutu.....	66
2.10.1	Beton Ready Mix	66
2.10.2	Perawatan Beton	69
2.10.3	Perawatan Bekisting.....	70
2.10.4	Perawatan Tulangan.....	71
2.11	Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi (K3)	71
BAB III		75
METODOLOGI		75
3.1	Umum.....	75
3.2	Uraian Metodologi.....	75
3.2.1	Perumusan Masalah	75
3.2.2	Pengumpulan Data	75
3.2.3	Pengolahan Data	76
3.2.4	Kesimpulan dan Saran	78
3.3	Flowchart.....	79
BAB IV		81
DATA PROYEK		81
4.1	Data Umum Proyek	81
4.2	Data Fisik Bangunan	82

4.2.1	Pembagian Zona	82
4.2.2	Data Bangunan.....	83
4.2.3	Data Mutu Struktur Bangunan	92
4.3	Data Perhitungan Volume Pekerjaan	93
BAB V		139
METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN		139
5.1	Pekerjaan Persiapan.....	139
5.1.1	Pekerjaan Pembersihan	139
5.1.2	Pekerjaan Pemagaratan.....	139
5.1.3	Pekerjaan Pengukuran atau <i>Uitzet</i>	139
5.1.4	Pekerjaan Bouwplank	140
5.2	Pekerjaan Struktur Bawah.....	140
5.2.1	Pekerjaan Bore Pile.....	140
5.2.2	Pekerjaan Galian.....	145
5.2.3	Pekerjaan Pile Cap	145
5.2.4	Pekerjaan Urugan.....	148
5.2.5	Pekerjaan Raft Foundation.....	149
5.3	Pekerjaan Struktur Atas.....	152
5.3.1	Pekerjaan Kolom	152
5.3.2	Pekerjaan Shearwall.....	158
5.3.3	Pekerjaan Balok	164
5.3.4	Pekerjaan Pelat Lantai	169
5.3.5	Pekerjaan Tangga.....	173
5.4	Pengendalian Mutu.....	178
5.4.1	Beton Ready Mix	178
5.4.2	Perawatan Beton	182
5.4.3	Perawatan Bekisting	182
5.4.4	Perawatan Tulangan.....	183
5.5	Keselamatan dan Kesehatan Kerja	183
BAB VI		187
ANALISA WAKTU DAN BIAYA		187
6.1	Pekerjaan Persiapan.....	187
6.1.1	Pekerjaan Pengukuran atau <i>Uitzet</i>	187
6.1.2	Pekerjaan Pemagaratan.....	189
6.1.3	Pekerjaan Bouwplank	196

6.2 Pekerjaan Struktur Bawah	200
6.2.1 Pekerjaan Bore Pile	200
6.2.2 Pekerjaan Galian Tanah	214
6.2.3 Pekerjaan Urugan Pasir Bawah Pile Cap	221
6.2.4 Pekerjaan Pile Cap	224
6.2.5 Pekerjaan Raft Foundation.....	247
6.3 Pekerjaan Struktur Atas	261
6.3.1 Pekerjaan Kolom dan Shearwall	261
6.3.2 Pekerjaan Balok	281
6.3.3 Pekerjaan Pelat Overtopping.....	297
6.3.4 Pekerjaan Half Slab Precast	309
6.3.5 Pekerjaan Tangga.....	353
6.3.6 Pekerjaan Pengecoran Balok, Pelat Overtopping, dan Tangga	368
6.4 Perhitungan Alat Berat	372
6.4.1 Tower Crane.....	372
6.4.2 Scaffolding.....	376
BAB VII	383
PENUTUP	383
7.1 Kesimpulan.....	383
7.2 Saran	385
DAFTAR PUSTAKA	386
LAMPIRAN	389
BIODATA PENULIS	393

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik	2
Gambar 2. 1 Half Slab Precast.....	10
Gambar 2. 2 Bagan Alur Pekerjaan Bore Pile	12
Gambar 2. 3 Bagan Alur Pekerjaan Galian.....	12
Gambar 2. 4 Bagan Alur Pekerjaan Pile Cap.....	13
Gambar 2. 5 Bagan Alur Pekerjaan Raft Foundation	14
Gambar 2. 6 Pemotongan Tulangan	14
Gambar 2. 7 Pemasangan Tulangan Kolom	15
Gambar 2. 8 Pemasangan Sepatu Kolom.....	16
Gambar 2. 9 Pemasangan Bekisting Kolom	16
Gambar 2. 10 Bagan Alur Pekerjaan Kolom	17
Gambar 2. 11 Bagan Alur Pekerjaan Shearwall	18
Gambar 2. 12 Pemasangan Tulangan Balok	19
Gambar 2. 13 Bagan Alur Pekerjaan Balok.....	20
Gambar 2. 14 Bagan Alur Pekerjaan Tangga	21
Gambar 2. 15 Proses Pemasangan Half Slab Precast	22
Gambar 2. 16 Tahap Pekerjaan Half Slab Precast	23
Gambar 2. 17 Dump Truck	33
Gambar 2. 18 Excavator	34
Gambar 2. 19 Tower Crane.....	36
Gambar 2. 20 Hydraulic Rotary Drilling Rig	38
Gambar 2. 21 Truck Mixer	39
Gambar 2. 22 Concrete Pump.....	40
Gambar 2. 23 Concrete Bucket.....	41
Gambar 2. 24 Air Compressor.....	41
Gambar 2. 25 Vibrator	42
Gambar 2. 26 Bar Bender	42
Gambar 2. 27 Bar Cutter.....	43
Gambar 2. 28 Denah Node PDM	59
Gambar 2. 29 Contoh Penyajian PDM	59
Gambar 2. 30 Finish to Start (FS).....	60

Gambar 2. 31 Start to Start (SS)	60
Gambar 2. 32 Finish to Finish (FF).....	61
Gambar 2. 33 Start to Finish (SF)	61
Gambar 2. 34 Contoh Jalur Kritis pada PDM	63
Gambar 2. 35 Bar Chart	64
Gambar 2. 36 Kurva S	66
Gambar 2. 37 Alat Pelindung Diri	73
Gambar 2. 38 Safety Net.....	73
Gambar 2. 39 Safety Railing.....	74
Gambar 3. 1 Flowchart Metodologi	80
Gambar 4. 1 Lokasi Proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa	81
Gambar 4. 2 Pembagian Zona Pekerjaan	82
Gambar 5. 1 Pemasangan Temporary Casing	141
Gambar 5. 2 Detail Dimensi Bore Pile	142
Gambar 5. 3 Skema Pekerjaan Pondasi Bore Pile.....	144
Gambar 5. 4 Galian Pile Cap	145
Gambar 5. 5 Pekerjaan Lantai Kerja	146
Gambar 5. 6 Pemasangan Tulangan Raft Foundation.....	150
Gambar 5. 7 Proses Pengecoran Raft Foundation.....	152
Gambar 5. 8 Proses Fabrikasi Tulangan Kolom	154
Gambar 5. 9 Pemasangan Tulangan Kolom.....	154
Gambar 5. 10 Beton Decking Kolom.....	155
Gambar 5. 11 Pemasangan Bekisting Kolom	156
Gambar 5. 12 Proses Pengecoran Kolom.....	158
Gambar 5. 13 Proses Fabrikasi Tulangan Shearwall	159
Gambar 5. 14 Pemasangan Tulangan Shearwall.....	160
Gambar 5. 15 Pemasangan Block-Out Link Beam	160
Gambar 5. 16 Beton Decking Shearwall.....	161
Gambar 5. 17 Pemasangan Bekisting Shearwall.....	162
Gambar 5. 18 Proses Pengecoran Shearwall.....	164
Gambar 5. 19 Pemasangan Perancah	166
Gambar 5. 20 Pemasangan Tulangan Balok	167

Gambar 5. 21 Proses Pengecoran Balok	169
Gambar 5. 22 Pengangkatan Half Slab Precast	171
Gambar 5. 23 Pemasangan Half Slab Precast	172
Gambar 5. 24 Pengecoran Pelat Lantai.....	173
Gambar 5. 25 Pemasangan Bekisting Anak Tangga.....	174
Gambar 5. 26 Pemasangan Tulangan Pelat Tangga.....	175
Gambar 5. 27 Proses Pengecoran Tangga.....	177
Gambar 5. 28 Slump Test	180
Gambar 5. 29 Uji Kuat Tekan Beton	181
Gambar 6. 1 Sketsa Penumpukan Half Slab Precast di Lapangan	310
Gambar 6. 2 Sketsa Penulangan Pelat Arah X pada Kondisi Saat Pengangkatan	313
Gambar 6. 3 Sketsa Penulangan Pelat Arah Y pada Kondisi Saat Pengangkatan	317
Gambar 6. 4 Skema Pengangkatan Half Slab Precast.....	322
Gambar 6. 5 Sketsa Penulangan Pelat Arah X pada Kondisi Sebelum Komposit	327
Gambar 6. 6 Sketsa Penulangan Pelat Arah Y pada Kondisi Sebelum Komposit	332
Gambar 6. 7 Sketsa Penulangan Pelat Arah X pada Kondisi Sesudah Komposit.....	341
Gambar 6. 8 Sketsa Penulangan Pelat Arah Y pada Kondisi Sesudah Komposit.....	345

“halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos	26
Tabel 2. 2 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip / Ulir	26
Tabel 2. 3 Tabel Keperluan Mortar untuk 1000 Batako dengan Tebal Dinding 1½ batu (± 30 cm)	27
Tabel 2. 4 Bahan yang digunakan untuk Campuran 1 m ³ Mortar atau Spesi yang terdiri dari Semen dan Pasir	28
Tabel 2. 5 Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10 m ²	29
Tabel 2. 6 Faktor Kondisi Kerja dan Management / Tata Laksana	32
Tabel 2. 7 Faktor Operator dan Mekanik	32
Tabel 2. 8 Faktor Cuaca	33
Tabel 2. 9 Waktu Siklus Backhoe Beroda Crawler (menit).....	35
Tabel 2. 10 Faktor Koreksi (S) untuk Kedalaman dan Sadat Putar	35
Tabel 2. 11 Faktor Koreksi (BFF) untuk Alat Gali.....	35
Tabel 2. 12 Keperluan Jam Kerja Buruh untuk Pengukuran	44
Tabel 2. 13 Jam Kerja Buruh yang Diperlukan Untuk Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan	46
Tabel 2. 14 Jam Kerja Buruh yang Dibutuhkan untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan	47
Tabel 2. 15 Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ²	49
Tabel 2. 16 Keperluan Buruh untuk Pekerjaan Beton	53
Tabel 4. 1 Data Pondasi Bore Pile	83
Tabel 4. 2 Data Pile Cap	83
Tabel 4. 3 Data Raft Foundation.....	84
Tabel 4. 4 Data Kolom Lantai 1	84
Tabel 4. 5 Data Kolom Lantai 2-7	85
Tabel 4. 6 Data Kolom Lantai 8-9	85
Tabel 4. 7 Data Shearwall Lantai 1	86
Tabel 4. 8 Data Shearwall Lantai 2-7	86

Tabel 4. 9 Data Shearwall Lantai 8-9	87
Tabel 4. 10 Data Balok Lantai 2-7	87
Tabel 4. 11 Data Balok Lantai 8-10.....	88
Tabel 4. 12 Data Half Slab Precast Lantai 2-7.....	88
Tabel 4. 13 Data Half Slab Precast Lantai 8-10.....	89
Tabel 4. 14 Data Pelat Lantai Overtopping Lantai 2-7	90
Tabel 4. 15 Data Pelat Lantai Overtopping Lantai 8-10.....	91
Tabel 4. 16 Data Mutu Struktur Bangunan.....	92
Tabel 4. 17 Rekapitulasi Perhitungan Volume	93
Tabel 6. 1 Jam Kerja yang Diperlukan Setiap 2,36 m ³ Konstruksi Ringan	191
Tabel 6. 2 Jam Kerja yang Diperlukan untuk Memasang Papan	192
Tabel 6. 3 Data Pekerjaan Pengeboran Bore Pile Zona 1	200
Tabel 6. 4 Data Pekerjaan Pembesian Bore Pile Zona 1.....	203
Tabel 6. 5 Data Pekerjaan Pengecoran Bore Pile Zona 1	209
Tabel 6. 6 Data Pekerjaan Pembongkaran Kepala Bore Pile Zona 1	213
Tabel 6. 7 Faktor Bukcet.....	215
Tabel 6. 8 Faktor Kondisi Alat	215
Tabel 6. 9 Waktu Gali.....	216
Tabel 6. 10 Waktu Putar	216
Tabel 6. 11 Waktu Buang	216
Tabel 6. 12 Kapasitas Angkut, Jarak Ekonomis, Waktu Memuat dan Membongkar, serta Kecepatan Angkut	217
Tabel 6. 13 Data Pekerjaan Pengecoran Lantai Kerja Pile Cap Zona 1	225
Tabel 6. 14 Keperluan Tenaga Buruh Rata-rata untuk Berbagai Macam Pekerjaan	230
Tabel 6. 15 Data Pekerjaan Pembesian Pile Cap Zona 1	233
Tabel 6. 16 Data Pekerjaan Pengecoran Pile Cap Zona 1.....	243
Tabel 6. 17 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² Pekerjaan Raft Foundation	247

Tabel 6. 18 Data Pekerjaan Pembesian Raft Foundation Zona 1	252
Tabel 6. 19 Data Pekerjaan Pengecoran Raft Foundation Zona 1	257
Tabel 6. 20 Data Pekerjaan Pembesian Kolom dan Shearwall Lantai 1 Zona 1	261
Tabel 6. 21 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² Pekerjaan Bekisting Kolom dan Shearwall.....	272
Tabel 6. 22 Data Pekerjaan Pengecoran Kolom dan Shearwall Lantai 1 Zona 1	278
Tabel 6. 23 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² Pekerjaan Bekisting Balok	282
Tabel 6. 24 Data Pekerjaan Pembesian Balok Lantai 2 Zona 1	287
Tabel 6. 25 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² Pekerjaan Bekisting Pelat Overtopping	298
Tabel 6. 26 Data Pekerjaan Pembesian Pelat Overtopping Lantai 2 Zona 1.....	304
Tabel 6. 27 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m ² Pekerjaan Bekisting Tangga.....	353
Tabel 6. 28 Data Pekerjaan Pembesian Tangga Lantai 1 Zona 1	359
Tabel 6. 29 Data Pekerjaan Pengecoran Balok, Pelat Overtopping Lantai 2 dan Tangga Lantai 1 Zona 1.....	368
Tabel 6. 30 Spesifikasi Tower Crane.....	372
Tabel 6. 31 Produksi per Siklus Tower Crane	373
Tabel 7. 1 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik.....	384

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu proyek, perencanaan merupakan salah satu fungsi yang vital. Perencanaan adalah suatu tahapan dalam manajemen proyek yang mencoba meletakkan dasar tujuan dan sasaran sekaligus menyiapkan segala program teknis dan administratif agar dapat diimplementasikan [1]. Perencanaan sendiri memiliki tujuan melakukan usaha untuk memenuhi persyaratan spesifikasi proyek yang ditentukan dalam batasan biaya, mutu, dan waktu ditambah dengan terjaminnya faktor keselamatan. Perencanaan perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan dipengaruhi oleh metode pelaksanaan yang dipilih untuk tiap-tiap unit pekerjaan. Berhasilnya suatu proyek sendiri ditentukan oleh metode pelaksanaan konstruksi yang dilakukan untuk mewujudkan bangunan yang ekonomis serta pelaksanaan yang efektif dan efisien. Untuk mencapai hal tersebut, dalam pelaksanaannya terdapat beberapa metode pelaksanaan yang dipakai. Salah satunya adalah pembangunan proyek gedung dengan penggunaan metode half slab precast.

Proyek Pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik terdiri dari 4 tower yaitu tower A, B, C, dan D dengan 15 lantai di setiap towernya. Proyek ini dibangun oleh kontraktor utama PT. PP (Persero) Tbk yang berlokasi di Jalan Veteran Kabupaten Gresik, Jawa Timur. Setiap Tower pada Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik ini memiliki denah yang sama hanya berbeda pada arah bangunan. Pelaksanaan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik dibagi menjadi pekerjaan struktur bawah dan pekerjaan struktur atas dimana pekerjaan struktur bawah meliputi pondasi bore pile, *pile*

cap, dan *raft foundation*. Sedangkan pekerjaan struktur atas berupa kolom, balok, tangga dan *shearwall* menggunakan metode *cast in-situ*, sedangkan struktur pelat menggunakan metode *half slab precast*. Dalam pembangunan proyek gedung apartemen ini tentunya membutuhkan waktu dan biaya pelaksanaan yang tidak sedikit, sehingga dibutuhkan perencanaan perhitungan yang baik agar penyelesaian proyek dapat mencapai target yang telah ditentukan.



Gambar 1. 1 Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik
(Sumber : *Dokumen Perusahaan*)

Dalam penyusunan proyek akhir ini membahas tentang perhitungan waktu dan biaya pelaksaaan pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik dengan konstruksi *half slab* dari lantai 1-10 pada Tower A. Dalam perhitungan waktu ditentukan dengan menghitung volume pekerjaan, produktivitas, durasi, dan kebutuhan sumber daya pada tiap item pekerjaan. Sedangkan dalam perhitungan biaya meliputi harga material, upah pekerja, dan harga sewa alat berat dihitung menggunakan harga lapangan dan referensi di di Surabaya. Sehingga dari perhitungan tersebut dapat disusun Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP) dan dapat dihitung bobot setiap pekerjaan. Dan hasil akhir dari perhitungan waktu dan biaya di dapat kurva S. Perencanaan metode pelaksanaan

juga penting karena berpengaruh terhadap waktu dan biaya pelaksanaan di suatu proyek.

Dengan demikian, diharapkan seluruh perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan serta metode pelaksanaan dalam proyek akhir ini dapat dijadikan referensi dalam perhitungan waktu dan biaya yang efektif dan juga dapat dijadikan alat pengontrol pencapaian keberhasilan dari proyek pembangunan gedung tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada proyek akhir ini, adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana metode pelaksanaan pekerjaan struktur pada pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik?
2. Bagaimana perhitungan waktu pelaksanaan pekerjaan struktur pada pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik?
3. Bagaimana perhitungan biaya pelaksanaan pekerjaan struktur pada pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik?

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan-batasan masalah dari proyek akhir ini, adalah sebagai berikut :

1. Proyek yang ditinjau adalah proyek pembangunan gedung Apartemen Gunawangsa Gresik.
2. Lokasi yang ditinjau adalah Tower A mulai dari lantai 1 sampai dengan lantai 10.
3. Metode pelaksanaan serta perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan hanya untuk pekerjaan struktur beton, tidak meninjau pekerjaan arsitektur maupun utilitas bangunan.
4. Metode pelaksanaan beton *precast* hanya digunakan untuk pekerjaan pelat lantai.

5. Berdasarkan data waktu di lapangan, maka data waktu ditentukan yaitu maksimal 10 bulan.
6. Harga dasar bahan untuk setiap pekerjaan menggunakan harga di lapangan dan referensi di Surabaya.
7. Harga upah pekerja menggunakan harga standar di Surabaya.

1.4

Tujuan

Penyusunan proyek akhir ini dimaksudkan untuk mencapai tujuan sebagai berikut :

1. Mengetahui metode pelaksanaan pekerjaan struktur pada pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik.
2. Mengetahui lama waktu pelaksanaan dan penjadwalan pekerjaan struktur pada pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik.
3. Mengetahui besaran biaya pelaksanaan pekerjaan struktur pada pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik.

1.5

Manfaat

Manfaat dari penyusunan proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Sebagai pembelajaran dan menambah wawasan bagi penulis mengenai perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan, waktu penjadwalan, serta metode pelaksanaan pada suatu proyek.
2. Sebagai bahan referensi dan acuan dalam perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan, waktu penjadwalan, serta metode pelaksanaan untuk para pembaca khususnya mahasiswa Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Vokasi ITS.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Terdahulu

Studi terdahulu ini menjadi salah satu acuan penulis dalam melakukan pengerjaan proyek akhir, sehingga penulis dapat memperkaya teori yang digunakan dalam mengerjakan proyek akhir serta penulis dapat menjadikan studi terdahulu sebagai pembanding hasil pada proyek akhir yang dikerjakan. Dari studi terdahulu penulis mengangkat beberapa studi sebagai acuan dalam pengerjaan proyek akhir. Berikut merupakan studi terdahulu berupa beberapa proyek akhir terdahulu, dimana proyek akhir terdahulu mempunyai persamaan topik dengan proyek akhir yang dikerjakan oleh penulis yaitu mengenai perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada suatu proyek.

2.1.1 Perhitungan Biaya dan Waktu Pelaksanaan Proyek Pembangunan Apartemen Pavilion Permata Tower 2 Surabaya Menggunakan Metode *Half Slab*.

Proyek akhir ini disusun oleh Rif'atus Sholichah NRP 10111510000041. Pada proyek akhir ini didapatkan lamanya waktu pelaksanaan pembangunan yaitu 261 hari dan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 26.011.215.277,- dimana hasil tersebut apabila dibandingkan dengan proyek akhir ini dengan hasil lama waktu pelaksanaan yaitu 174 hari dengan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 10.928.665.253,07 dapat disimpulkan bahwa proyek akhir terdahulu memiliki waktu pelaksanaan yang lebih lama dan biaya yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan dengan proyek akhir ini. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya karena gedung yang ditinjau berbeda. Pada proyek akhir terdahulu menggunakan Gedung Apartemen Pavilion Permata Tower 2 Surabaya,

sedangkan penulis pada proyek akhir ini menggunakan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik. Sehingga karena perbedaan Gedung yang ditinjau maka luas lahan yang ditinjau juga berbeda, pada proyek akhir terdahulu memiliki luas lahan yang lebih luas yaitu $2,352.51 \text{ m}^2$ sedangkan pada proyek akhir ini memiliki luas lahan hanya seluas 386.308 m^2 . Pada proyek akhir terdahulu meninjau lebih banyak pekerjaan dibandingkan dengan proyek akhir yang dikerjakan penulis, dimana pekerjaan yang ditinjau dari lantai UG hingga lantai 10 dan meliputi pekerjaan struktur bawah (pekerjaan *retaining wall*, pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, tiang pancang, dan pekerjaan *pile cap*), pekerjaan struktur atas (pekerjaan kolom, pekerjaan *shearwall*, pekerjaan balok, pekerjaan *half slab precast*, pekerjaan pelat *overtopping*, pekerjaan tangga), serta pekerjaan struktur atap. Sedangkan pada proyek akhir ini penulis meninjau pekerjaan pada tower A dari lantai 1 hingga lantai 10 dan meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur bawah (pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi *bore pile*, pekerjaan *pile cap*, dan pekerjaan *raft foundation*), serta pekerjaan struktur atas (pekerjaan kolom, pekerjaan *shearwall*, pekerjaan balok, pekerjaan *half slab precast*, pekerjaan pelat *overtopping*, pekerjaan tangga). Sehingga dengan adanya perbedaan beberapa faktor di atas yang menyebabkan hasil perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada proyek akhir terdahulu lebih lama dan lebih mahal dibandingkan dengan proyek akhir yang dikerjakan oleh penulis.

2.1.2 Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan pada Gedung Hotel Namira Surabaya Menggunakan Metode *Half Slab Precast*.

Proyek akhir ini disusun oleh Adinda Puspita Ramadhani NRP 10111815000017. Pada proyek akhir ini didapatkan kesimpulan hasil perhitungan lamanya waktu

pelaksanaan pembangunan yaitu 194 hari dan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 16.030.669.000,- dimana hasil tersebut apabila dibandingkan dengan proyek akhir yang disusun penulis dengan hasil lama waktu pelaksanaan yaitu 174 hari dengan biaya yang dibutuhkan sebesar Rp 10.928.665.253,07 dapat disimpulkan bahwa proyek akhir terdahulu memiliki waktu pelaksanaan yang lebih lama dan biaya yang dibutuhkan lebih besar dibandingkan dengan proyek akhir ini. Namun pada proyek akhir ini perbedaan lamanya waktu dan besarnya biaya yang dibutuhkan tidak terlalu signifikan. Hal ini disebabkan karena beberapa faktor, diantaranya karena pekerjaan yang ditinjau hampir sama, hanya berbeda pada proyek akhir terdahulu pekerjaan pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang sedangkan pada proyek akhir ini pekerjaan pondasi yang digunakan adalah pondasi *bore pile* serta pada proyek akhir ini penulis meninjau pekerjaan *shearwall*, sedangkan pada proyek akhir terdahulu tidak meninjau pekerjaan tersebut. Pada proyek akhir ini penulis membagi pekerjaan menjadi dua zona, sedangkan pada proyek akhir terdahulu tidak. Untuk metode pelaksanaan yang digunakan juga hampir sama. Sehingga dengan adanya perbedaan beberapa faktor di atas yang menyebabkan hasil perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada proyek akhir terdahulu lebih lama dan lebih mahal dibandingkan dengan proyek akhir yang dikerjakan oleh penulis, walaupun tidak terlalu signifikan.

2.2

Uraian Umum

Metode proyek konstruksi adalah proses penerapan fungsi-fungsi manajemen seperti perencanaan (*planning*), pengorganisasian (*organizing*), pelaksanaan, dan pengawasan (*controlling*) secara sistematis dalam suatu proyek dengan menggunakan sumber daya yang ada secara efektif dan efisien agar diperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan.

Untuk menyusun manajemen yang baik maka diperlukan perencanaan, penjadwalan, dan pelaksanaan. Pada kegiatan perencanaan, setiap item pekerjaan yang memiliki ketergantungan disusun secara berurutan. Pada kegiatan penjadwalan, diperhitungkan waktu yang dibutuhkan untuk setiap item pekerjaan mulai awal hingga akhir. Pada kegiatan pelaksanaan, biaya dan peralatan yang dipakai dialokasikan dengan tepat pada setiap item pekerjaan. Perencanaan metode pelaksanaan juga penting karena berpengaruh terhadap waktu dan biaya pelaksanaan di suatu proyek, salah satunya adalah penggunaan metode pelaksanaan beton pracetak pada pekerjaan pelat lantai (*half slab precast*).

Beton pracetak merupakan teknologi konstruksi struktur beton dengan komponen penyusun yang dicetak terlebih dahulu pada suatu tempat khusus (*off site fabrication*). Komponen tersebut kemudian disusun dan disatukan terlebih dahulu (*pre-assembly*) dan selanjutnya dipasang di lokasi (*installation*). Beton pracetak sendiri mempunyai harga yang lebih murah apabila dibandingkan dengan penggunaan beton *cast in-situ*, hal ini disebabkan oleh perbedaan metode pelaksanaan, jumlah alat yang digunakan, dan nilai *formwork* yang berpengaruh pada harga satuan pekerjaan. Selain itu, penggunaan beton pracetak juga mempunyai waktu yang lebih cepat, hal ini disebabkan oleh hubungan antar pekerjaan yang bisa dilakukan lebih awal sebelum suatu pekerjaan selesai.

2.3 Beton Pracetak

2.3.1 Pengertian

Menurut SNI 2847:2013 pasal 2.2, beton pracetak adalah elemen struktur yang dicetak ditempat lain dari posisi akhirnya dalam struktur. Pada dasarnya beton pracetak tidaklah berbeda dengan beton biasa. Yang membedakannya hanya pada metode fabrikasinya.

2.3.2 Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yg lain. Pelat lantai didukung oleh balok yang bertumpu pada kolom bangunan.

2.3.3 *Half Slab Precast*

Half slab precast merupakan struktur pelat lantai beton bertulang dengan metode pelaksanaan struktur sebagian diproduksi di pabrik (*precast*) dan sebagian lagi dicor di lapangan (*cast in situ*). Komponen *half slab precast* ini dipersiapkan di tempat lain untuk kemudian diangkat, diangkut, dan dipasang pada posisi akhir untuk disatukan dengan komponen lain untuk membentuk suatu bangunan utuh. Agar pelat ini menjadi satu kesatuan, perlu adanya pengecoran yang disebut dengan *topping cor*. Alasan pemakaian *topping cor* antara lain :

1. Kekakuan lentur lebih besar.
2. Meningkatkan ketahanan terhadap getar.
3. Membuat lantai berperilaku sebagai diafragma.
4. Menaikkan stabilitas horizontal.

Pelat beton pacetak memiliki kelebihan dibandingkan dengan pelat yang menggunakan metode *cast in-situ*. Menurut Wulfram I. Erfianto adalah sebagai berikut ;

1. Kecepatan dalam pelaksanaan pembangunan.
2. Pekerjaan di lokasi proyek menjadi lebih sederhana.
3. Pihak yang bertanggung jawab lebih sedikit.
4. Menggunakan tenaga buruh kasar sehingga upah relatif lebih murah.
5. Produksinya hampir tidak terpengaruh oleh cuaca.
6. Mampu mereduksi biaya konstruksi.
7. Dapat dihasilkan bangunan dengan akurasi dimensi dan mutu yang lebih baik.

8. Tidak mudah mengalami perubahan volume.
9. Mereduksi jumlah bekisting.



Gambar 2. 1 Half Slab Precast

2.4

Item Pekerjaan

Pada penulisan proyek akhir ini, perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan ditinjau dari pekerjaan struktur bawah dan struktur atas. Pekerjaan struktur bawah meliputi pekerjaan *borepile*, *pilecap*, dan *raft foundation*. Sedangkan pekerjaan struktur atas meliputi pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, pelat lantai, dan tangga. Dimana pada setiap strukturnya terdiri dari beberapa tahapan, yaitu pemasangan, bekisting, dan pengecoran. Berikut ini adalah item pekerjaan struktur :

2.4.1 Pekerjaan Persiapan

2.4.1.1 Pekerjaan Pembersihan

Pekerjaan pembersihan lahan di lokasi proyek yang akan dibangun dilakukan dengan menggunakan alat berat *excavator* dan *dump truck*. Pekerjaan pembersihan lahan dilakukan untuk membersihkan area proyek dari pepohonan, rerumputan, sampah, dan hal-hal lain yang dapat mengganggu pelaksanaan proyek.

2.4.1.2 Pekerjaan Pemagaratan

Pekerjaan pemagaratan dilakukan di lokasi proyek agar pada saat pelaksanaan proyek tidak terganggu dengan kegiatan di sekitar proyek. Pekerjaan ini membutuhkan konstruksi kayu ringan dengan penutup seng.

2.4.1.3 Pekerjaan Pengukuran atau *Uitzet*

Pekerjaan *uitzet* merupakan kegiatan pengukuran ulang lapangan yang dilakukan oleh *surveyor*. Tujuan pekerjaan ini adalah untuk memastikan seberapa besar jumlah perubahan yang akan diakibatkan oleh terjadinya pelaksanaan sebuah perencanaan yang telah ditetapkan sebelumnya.

2.4.1.4 Pekerjaan *Bouwplank*

Pekerjaan *bouwplank* merupakan pekerjaan untuk menentukan titik perletakan as bangunan, serta untuk menentukan sudut bangunan agar tidak terjadi kemiringan pada saat pengerjaan. *Bouwplank* sendiri terdiri dari papan-papan kayu. Pemasangan *bouwplank* dilakukan pada jarak 1 m di luar denah yang akan dibuat, tujuannya agar *bouwplank* tidak terbongkar pada saat penggalian pondasi. *Bouwplank* dibongkar setelah pekerjaan pondasi selesai dilaksanakan.

2.4.2 Pekerjaan Struktur Bawah

2.4.2.1 Pekerjaan *Bore Pile*

Pekerjaan *bore pile* dilakukan sesuai zona dan titik yang telah ditentukan sesuai gambar rencana. Berikut adalah tahapan pekerjaan *bore pile* :

1. Pengeboran

Pengeboran *borepile* dilakukan sesuai dengan gambar rencana menggunakan alat berat.

2. Pembesian

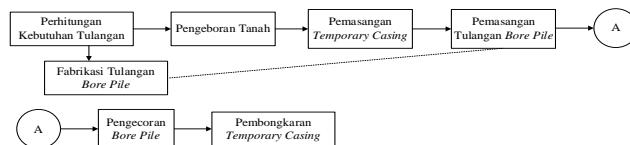
Pekerjaan pembesian meliputi :

- Fabrikasi tulangan (potong, bengkok, kait).
- Pemasangan tulangan.

3. Pengecoran *borepile*

Pengecoran *borepile* dilakukan dengan menggunakan alat berat. Pengangkutan beton basah ke lokasi proyek menggunakan *concrete mixer truck*.

Berikut adalah alur pekerjaan *bore pile* :

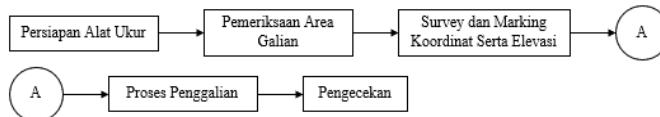


Gambar 2. 2 Bagan Alur Pekerjaan *Bore Pile*

2.4.2.2 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian merupakan pekerjaan yang dilaksanakan dengan membuat lubang di tanah untuk keperluan pondasi bangunan yang meliputi pekerjaan galian *pile cap*. Galian tanah yang dibuat harus sesuai dengan gambar rencana dan pengukuran dilakukan menggunakan waterpass hingga elevasi yang diinginkan. Kemudian meletakkan tanah sisa galian ke tempat yang telah ditentukan.

Berikut adalah alur pekerjaan galian :



Gambar 2. 3 Bagan Alur Pekerjaan Galian

2.4.2.3 Pekerjaan *Pile Cap*

Berikut adalah tahapan pekerjaan *pile cap* :

1. Lantai Kerja *Pile Cap*

Pekerjaan lantai kerja merupakan pekerjaan yang bertujuan untuk memudahkan pekerja berdiri di atas lahan datar serta berfungsi sebagai dudukan besi pada *pile cap*.

2. Bekisting

Pekerjaan bekisting meliputi :

- Pemasangan bekisting.

3. Pembesian

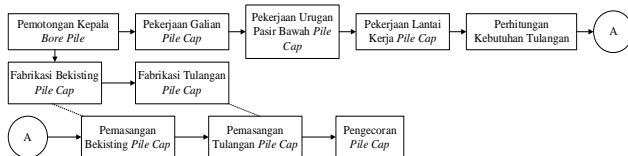
Pekerjaan pembesian meliputi :

- Fabrikasi tulangan (potong, bengkok, kait).
- Pemasangan tulangan.

4. Pengecoran *Pile Cap*

Pengecoran *pile cap* dilakukan dengan menggunakan alat berat. Pengangkutan beton basah ke lokasi proyek menggunakan *concrete mixer truck*.

Berikut adalah alur pekerjaan *pile cap* :



Gambar 2. 4 Bagan Alur Pekerjaan *Pile Cap*

2.4.2.4 Pekerjaan Urugan

Pekerjaan urugan merupakan pekerjaan memindahkan material pasir urug dari satu tempat ke lokasi pekerjaan *pile cap* dengan tujuan agar tercapai bentuk dan ketinggian tanah sesuai dengan yang gambar rencana. Pekerjaan ini dilakukan oleh alat berat *excavator*.

2.4.2.5 Pekerjaan Raft Foundation

Berikut adalah tahapan pekerjaan *raft Foundation*:

1. Bekisting

Pekerjaan bekisting meliputi :

- Fabrikasi bekisting.
- Pemasangan bekisting.
- Pembongkaran bekisting.

2. Pembesian

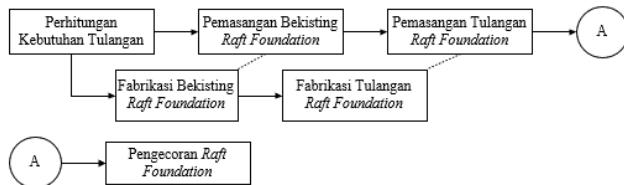
Pekerjaan pembesian meliputi :

- Fabrikasi tulangan (potong, bengkok, kait).
- Pemasangan tulangan.

3. Pengecoran *Raft Foundation*

Pengecoran *raft foundation* dilakukan dengan menggunakan alat berat. Pengangkutan beton basah ke lokasi proyek menggunakan *concrete mixer truck*.

Berikut adalah alur pekerjaan *raft foundation* :



Gambar 2. 5 Bagan Alur Pekerjaan *Raft Foundation*

2.4.3 Pekerjaan Struktur Atas

2.4.3.1 Pekerjaan Kolom

Berikut adalah tahapan pekerjaan kolom :

1. Pembesian

Pekerjaan pembesian meliputi :

- Fabrikasi tulangan (potong, bengkok, kait).

Pemotongan tulangan untuk kolom menggunakan mesin *bar cutter*. Sedangkan untuk membengkokkan tulangan menggunakan mesin *bar bender*.



Gambar 2. 6 Pemotongan Tulangan

- Pemasangan tulangan.

Setelah tulangan kolom selesai dirakit langkah selanjutnya adalah pemasangan tulangan kolom. Alat yang digunakan untuk memasang tulangan kolom adalah *tower crane*. Proses pemasangannya yaitu dengan mengangkat tulangan yang telah dirakit dan disambungkan dengan tulangan kolom yang lama dengan *oversteek* sepanjang *ldh* sesuai dengan standar detail proyek.



Gambar 2. 7 Pemasangan Tulangan Kolom

2. Bekisting

Pekerjaan bekisting meliputi :

- Fabrikasi bekisting.

Fabrikasi bekisting dilakukan di lokasi proyek tetapi di luar area pembangunan proyek.

- Pemasangan bekisting.

Sebelum dilakukan pemasangan bekisting kolom, dilakukan pemasangan sepatu kolom terlebih dahulu yang berfungsi sebagai pengaku posisi tulangan kolom agar tidak berubah posisi pada saat pengecoran dan juga berfungsi sebagai penahan bekisting bagian bawah agar posisi bekisting tidak berubah sehingga ukuran kolom sesuai dengan perencanaan.



Gambar 2. 8 Pemasangan Sepatu Kolom

Pemasangan bekisting kolom dilakukan dengan metode *Peri-Up*. Penggunaan metode ini dilakukan dengan menggunakan alat *tower crane*.



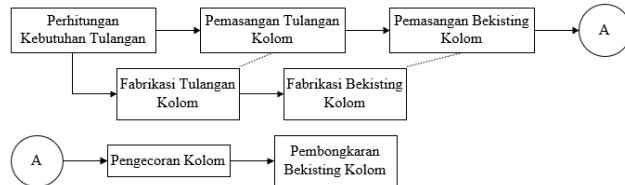
Gambar 2. 9 Pemasangan Bekisting Kolom

- Pembongkaran bekisting (buka dan reparasi).
Pembongkaran bekisting untuk kolom adalah ± 1 hari.

3. Pengecoran

Pengecoran kolom dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete bucket* yang diangkat dengan menggunakan *tower crane*. Mutu beton yang digunakan pada pekerjaan kolom lantai 1 adalah K-500, sedangkan untuk lantai 2-9 menggunakan mutu beton K-400. Pengangkutan beton basah ke lokasi proyek menggunakan *concrete mixer truck*.

Berikut adalah alur pekerjaan kolom :



Gambar 2. 10 Bagan Alur Pekerjaan Kolom

2.4.3.2 Pekerjaan Shearwall

Berikut adalah tahapan pekerjaan *shearwall* :

- Pembesian

Pekerjaan pembesian meliputi :

- Fabrikasi tulangan (potong, bengkok, kait).
- Pemasangan tulangan.

Setelah tulangan *shearwall* dirakit, selanjutnya tulangan *shearwall* diangkat dengan menggunakan alat bantu *towe crane* dan dipasang dengan tulangan *shearwall* yang lama. Metode pemasangan ini hampir sama dengan pekerjaan kolom.

- Bekisting

Pekerjaan bekisting meliputi :

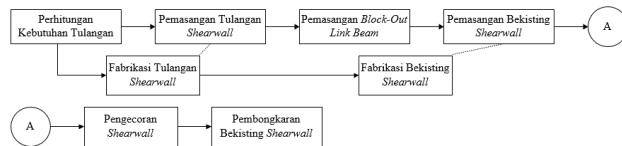
- Fabrikasi bekisting.
- Pemasangan bekisting.

Sama halnya dengan pemasangan bekisting kolom, sebelum bekisting *shearwall* terpasang dilakukan pemasangan sepatu *shearwall* terlebih dahulu agar tulangan dan bekisting tidak berubah posisi.

Pemasangan bekisting *shearwall* dilakukan dengan metode *Peri-Up* dimana bekisting yang sudah dibuat diangkat dengan menggunakan *tower crane*.

- Pembongkaran bekisting (buka dan reparasi). Pembongkaran bekisting untuk *shearwall* adalah ± 1 hari.
3. Pengecoran
- Pengecoran *shearwall* dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete bucket* yang diangkat dengan menggunakan *tower crane*. Mutu beton yang digunakan pada pekerjaan *shearwall* adalah mutu beton K-300. Pengangkutan beton basah ke lokasi proyek menggunakan *concrete mixer truck*.

Berikut adalah alur pekerjaan *shearwall* :



Gambar 2. 11 Bagan Alur Pekerjaan Shearwall

2.4.3.3 Pekerjaan Balok

Berikut adalah tahapan pekerjaan balok :

1. Bekisting

Pekerjaan bekisting meliputi :

- Fabrikasi bekisting.
- Pemasangan bekisting.

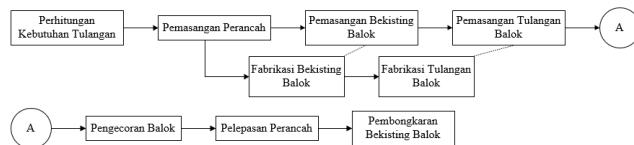
Sebelum bekisting balok dipasang, hal yang perlu disiapkan adalah pekerjaan perancah. Pekerjaan bekisting dilakukan dengan metode konvensional.



Gambar 2. 12 Pemasangan Tulangan Balok

- Pembongkaran bekisting (buka dan reparasi).
Pembongkaran bekisting untuk balok adalah \pm 14 hari.
- 2. Pembesian
Pekerjaan pembesian meliputi :
 - Fabrikasi tulangan (potong, bengkok, kait).
Besi tulangan balok memakai besi tulangan D16 dan D13. Untuk sengkang menggunakan besi tulangan Ø10 dan Ø8. Untuk mengikat tulangan digunakan bahan kawat pengikat / bendarat.
 - Pemasangan tulangan.
Pemasangan tulangan pada balok dilakukan sesuai dengan gambar struktur yang sudah direncanakan.
- 3. Pengecoran
Pengecoran balok dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete bucket* yang diangkat dengan menggunakan *tower crane*. Mutu beton yang digunakan pada pekerjaan balok adalah mutu beton K-350. Pengangkutan beton basah ke lokasi proyek menggunakan *concrete mixer truck*. Pekerjaan pengecoran balok biasanya dikerjakan bersamaan dengan pekerjaan pengecoran pelat *overtopping* agar pekerjaan lebih efektif.

Berikut adalah alur pekerjaan balok :



Gambar 2. 13 Bagan Alur Pekerjaan Balok

2.4.3.4 Pekerjaan Tangga

Berikut adalah tahapan pekerjaan tangga :

1. Bekisting

Pekerjaan bekisting meliputi :

- Fabrikasi bekisting.
- Pemasangan bekisting.

Sebelum dilakukan pemasangan bekisting tangga, terlebih dahulu dilakukan *marking* sebagai tanda injakan, tanjakan, dan kemiringan tangga.

- Pembongkaran bekisting (buka dan reparasi).

Pembongkaran bekisting untuk tangga adalah ± 14 hari.

2. Pembesian

Pekerjaan pembesian meliputi :

- Fabrikasi tulangan (potong, bengkok, kait).
- Pemasangan tulangan.

3. Pengecoran

Pengecoran tangga dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete bucket* yang diangkat dengan menggunakan *tower crane*. Mutu beton yang digunakan pada pekerjaan tangga adalah mutu beton K-300. Pengangkutan beton basah ke lokasi proyek menggunakan *concrete mixer truck*. Pekerjaan pengecoran tangga dilakukan melalui tiga tahap yaitu tangga bagian atas, bordes tangga, dan tangga bagian bawah.

Berikut adalah alur pekerjaan tangga :



Gambar 2. 14 Bagan Alur Pekerjaan Tangga

2.4.3.5 Pekerjaan Half Slab Precast

Berikut adalah tahapan proses pekerjaan *half slab precast* :

1. Tahap Penumpukan

Setelah tahap pembuatan atau fabrikasi selesai dilaksanakan, *half slab precast* di kirim ke lokasi proyek dan kemudian disimpan terlebih dahulu di *stock yard*. Hal itu dikarenakan pembuatan *half slab precast* lebih cepat dibandingkan pekerjaan lain sedangkan pemasangan *half slab precast* harus menunggu pekerjaan pemasangan tulangan balok selesai. Sehingga *half slab precast* dibuat dalam jumlah banyak agar mempercepat pekerjaan pelat lantai.

2. Tahap Pengangkatan

Tahap pengangkatan *half slab precast* dilakukan dengan menggunakan alat berat *tower crane* dari lokasi *stock yard* menuju ke lokasi pemasangan. Pengangkatan dilakukan dengan memasang *sling* berupa kawat baja pada ke 4 titik angkat pelat terlebih dahulu, kemudian pengangkatan dilakukan secara berhati-hati untuk menjaga agar posisi *half slab precast* tetap datar.

3. Tahap Pemasangan



Gambar 2. 15 Proses Pemasangan *Half Slab Precast*

Pada tahap pemasangan *half slab precast* harus direncanakan sematang mungkin, baik dari segi peralatan, pekerja, dan proses pemasangannya. Alat berat yang digunakan untuk mengangkat *half slab precast* hingga terpasang pada posisi yang tepat adalah *tower crane*.

Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum pemasangan *half slab precast*, antara lain :

- Untuk peralatan seperti *tower crane* harus sudah siap terlebih dahulu di lokasi proyek sebelum *half slab precast* disiapkan.
- Perencanaan posisi *tower crane* dilapangan harus memiliki panjang jangkauan yang dapat mencapai setiap bagian dari struktur pada *half slab precast* yang akan dipasang.
- Dilakukan pengecekan terhadap tulangan dan kondisi *half slab precast* sebelum dipasang.
- Dalam menjalankan tugasnya operator *tower crane* dibantu tenaga kerja untuk penempatan *half slab precast* pada posisi akhir.
- Memberikan ruang kerja bagi aktivitas *tower crane* selama pemasangan *half slab precast* agar tidak terganggu dengan aktivitas lain di proyek.

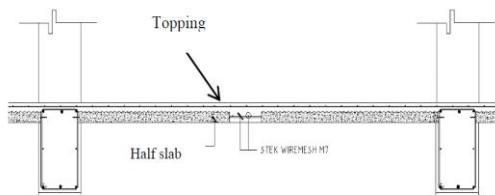
Tahap pemasangan *half slab precast* dilakukan setelah perancah atau *scaffolding* sudah didirikan dan pekerjaan pemasangan tulangan balok selesai dilaksanakan.

4. Tahap Penyambungan

Tahap penyambungan dilakukan setelah *half slab precast* terpasang. Pada tahap ini, besi tulangan *half slab precast* disambungkan dengan tulangan balok.

5. Tahap Pengecoran

Setelah tahap penyambungan selesai, selanjutnya adalah tahap pengecoran pelat *overtopping*. Pengecoran dilakukan setebal 5 cm yang di dapat dari pengurangan antara dimensi total tebal pelat lantai sebesar 12 cm dengan dimensi *half slab precast* setebal 7 cm. Pengecoran pada tahap ini juga termasuk pada pengecoran sisa balok yang belum dicor arena pengurangan ketebalan pelat akibat *half slab precast* tersebut. Pengecoran pelat lantai dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete bucket* yang diangkat dengan menggunakan *tower crane*. Mutu beton yang digunakan pada pekerjaan pelat lantai adalah mutu beton K-300.



Gambar 2. 16 Tahap Pekerjaan *Half Slab Precast*

(Sumber : <https://docplayer.info/83404097> [Diakses pada 9 November 2019])

2.5 Perhitungan Volume

Dalam perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan suatu bangunan, hal yang perlu diperhatikan adalah volume pekerjaan. Volume suatu pekerjaan adalah perhitungan jumlah banyaknya volume dalam satu satuan. Volume pekerjaan dihitung berdasarkan gambar rencana.

2.5.1 Volume Pengukuran atau *Uitzet*

- Luas Lahan (L) :

$$L = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \quad (2.1)$$

- Keliling Lahan (K) :

$$K = 2 \times [\text{Panjang (m)} + \text{Lebar (m)}] \quad (2.2)$$

- Luas Bangunan (L) :

$$L = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \quad (2.3)$$

- Keliling Bangunan (K) :

$$K = 2 \times [\text{Panjang (m)} + \text{Lebar (m)}] \quad (2.4)$$

2.5.2 Volume Bouwplank

- Jumlah Tiang Vertikal

$$\text{Jumlah} = \frac{\text{Keliling Bouwplank (m)}}{\text{Jarak antar Tiang (m)}} \quad (2.5)$$

- Volume Tiang Vertikal

$$V = \text{Dimensi (m}^2\text{)} \times \text{Tinggi (m)} \times \text{Jumlah} \quad (2.6)$$

- Jumlah Papan

$$\text{Jumlah Papan} = \frac{\text{Keliling (m)} \times \text{Tinggi (m)}}{\text{Dimensi Papan (m}^2\text{)}} \quad (2.7)$$

2.5.3 Volume Galian

Volume galian didapatkan dari panjang galian dikalikan dengan lebar galian dan kedalaman galian.

- Volume Galian

$$V = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \\ \times \text{Kedalaman (m)} \quad (2.8)$$

2.5.4 Volume Urugan

Volume urugan dihitung sesuai dengan volume galian tanah dengan cara mengalikan panjang, lebar, dan tinggi urugan sesuai perencanaan.

- Volume Urugan

$$V = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \\ \times \text{Kedalaman (m)} \quad (2.9)$$

2.5.5 Volume Pembesian

Perhitungan volume pembesian didasarkan pada standar detail yang didapatkan dari proyek. Volume pembesian didapatkan dari panjang total dari gambar rencana dikalikan dengan berat tulangan tiap meter sesuai dengan ukuran diameternya.

- Volume Besi dalam kg

$$\text{Volume (kg)} = \text{Panjang total (m)} \\ \times \text{berat tiap m} \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right) \quad (2.10)$$

- Volume Besi dalam Lonjor (12 m tiap lonjor)

$$\text{Volume (lonjor)} = \frac{\text{Panjang total (m)}}{12 \text{ m}} \quad (2.11)$$

Berikut ini merupakan tabel berat tulangan per m menurut diameter dan jenis tulangan :

Tabel 2. 1 Ukuran Baja Tulangan Beton Polos

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Berat nominal per meter
		mm	mm ²	kg/m
1	P 6	6	28	0,222
2	P 8	8	50	0,395
3	P 10	10	79	0,617
4	P 12	12	113	0,888
5	P 14	14	154	1,208
6	P 16	16	201	1,578
7	P 19	19	284	2,226
8	P 22	22	380	2,984
9	P 25	25	491	3,853
10	P 28	28	616	4,834
11	P 32	32	804	6,313
12	P 36	36	1018	7,990
13	P 40	40	1257	9,865
14	P 50	50	1964	15,413

(Sumber : SNI 2052 : 2017, Tabel 2 halaman 4)

Tabel 2. 2 Ukuran Baja Tulangan Beton Sirip / Ulir

No	Penamaan	Diameter nominal (d)	Luas penampang nominal (A)	Tinggi Sirip (H)		Jarak sirip melintang (P) Maks	Lebar sirip membujur (T) Maks	Berat nominal per meter
		mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	kg/m
1	S 6	6	28	0,3	0,6	4,2	4,7	0,222
2	S 8	8	50	0,4	0,8	5,6	6,3	0,395
3	S 10	10	79	0,5	1,0	7,0	7,9	0,617
4	S 13	13	133	0,7	1,3	9,1	10,2	1,042
5	S 16	16	201	0,8	1,6	11,2	12,6	1,578
6	S 19	19	284	1,0	1,9	13,3	14,9	2,226
7	S 22	22	380	1,1	2,2	15,4	17,3	2,984
8	S 25	25	491	1,3	2,5	17,5	19,7	3,853
9	S 29	29	661	1,5	2,9	20,3	22,8	5,185
10	S 32	32	804	1,6	3,2	22,4	25,1	6,313
11	S 36	36	1018	1,8	3,6	25,2	28,3	7,990
12	S 40	40	1257	2,0	4,0	28,0	31,4	9,865
13	S 50	50	1964	2,5	5,0	35,0	39,3	15,413
14	S 54	54	2290	2,7	5,4	37,8	42,3	17,978
15	S 57	57	2552	2,9	5,7	39,9	44,6	20,031

(Sumber : SNI 2052 : 2017, Tabel 3 halaman 5)

2.5.6 Volume Bekisting

2.5.6.1 Bekisting Batako

Pemasangan bekisting batako biasanya digunakan untuk *pile cap* agar mempermudah dalam pemasangan, serta tidak perlu pembongkaran bekisting. Batako yang digunakan untuk bekisting adalah batako berukuran 40 cm x 20 cm x 10 cm.

- Luas Bekisting

 - *Pile Cap*

$$\text{Luas} = \text{Lebar (m)} \\ \times \text{Tinggi (m)} \times \text{Jumlah} \quad (2.12)$$

- Volume Material

 - Batako

$$K = \frac{\text{luas bekisting (m}^2\text{)}}{\text{dimensi batako}} \quad (2.13)$$

 - Mortar

Berikut ini adalah tabel keperluan mortar untuk 1000 buah batako dengan tebal dinding 1½ batu (± 30 cm).

Tabel 2. 3 Tabel Keperluan Mortar untuk 1000 Batako dengan Tebal Dinding 1½ batu (± 30 cm)

Tebal Sambungan (voeg), cm	0,65	0,75	0,95	1	1,25	1,50	1,60	1,75	2
m ³ mortar	0,42	0,50	0,58	0,66	0,73	0,81	0,89	0,97	1,05

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 6-3 halaman 123)

$$K = \frac{\text{keperluan batako} \times \text{volume mortar}}{1000 \text{ (batako)}} \quad (2.14)$$

Keterangan :

Keperluan mortar pada tabel 3 disesuaikan dengan tebal mortar perencana.

- Semen

Berikut ini adalah tabel bahan untuk campuran 1 m^3 mortar atau spesi yang terdiri dari semen dan pasir.

Tabel 2. 4 Bahan yang digunakan untuk Campuran 1 m^3 Mortar atau Spesi yang terdiri dari Semen dan Pasir

Campuran Semen : Pasir	Semen		Pasir m^3	Keterangan
	Kantong	m^3		
1 : 1	24,75	0,7	0,7	
1 : 2	16,60	0,47	0,96	1 zak semen = 42,5 kg = 0,02832 m^3
1 : 3	12,75	0,36	1,08	1 m^3 pasir = ± 1550 kg
1 : 4	10,25	0,29	1,16	

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 6-4c halaman 125*)

$$\text{Volume Semen} = \text{volume mortar} \times \text{kebutuhan semen} \quad (2.15)$$

Keterangan :

Keperluan semen pada tabel 4 disesuaikan dengan perbandingan campuran.

- Pasir

$$\text{Volume Pasir} = \text{volume mortar} \times \text{kebutuhan pasir} \quad (2.16)$$

Keterangan :

Keperluan pasir pada tabel 4 disesuaikan dengan perbandingan campuran.

2.5.6.2 Bekisting Multiplek

Perhitungan area volume bekisting menggunakan satuan m^2 . Dari hasil perhitungan tersebut dapat ditentukan jumlah kayu, paku, baut, dan kawat sesuai tabel 5. Kayu cetakan tersebut dapat digunakan kembali sebanyak 50%

hingga 80%. Multiplek yang digunakan berukuran 1,22 m x 2,44 m x 0,012 m.

Berikut ini adalah tabel perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton untuk luas cetakan 10 m².

Tabel 2. 5 Perkiraan Keperluan Kayu untuk Cetakan Beton untuk Luas Cetakan 10 m²

Jenis Cetakan	Kayu	Paku, baut-baut, dan kawat kg
1. Pondasi / Pangkal Jembatan	0,46 – 0,81	2,73 – 5
2. Dinding	0,46 – 0,62	2,73 – 4
3. Lantai	0,41 – 0,64	2,73 – 4
4. Atap	0,46 – 0,69	2,73 – 4,55
5. Tiang-tiang	0,44 – 0,74	2,73 – 5
6. Kepala tiang	0,46 – 0,92	2,73 – 5,45
7. Balok-balok	0,69 – 1,61	3,64 – 7,27
8. Tangga	0,69 -1,38	3,64 – 6,36
9. Sudut-sudut tiang / balok* berukir	0,46 – 1,84	2,73 – 6,82
10. Ambang jendela dan lintel*	0,58 – 1,84	3,18 – 6,36
*Tiap Panjang 30 m		

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 5-1 halaman 85)

- Luas Bekisting

 - *Raft Foundation*

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = [(2 \times b \times \text{tinggi raft foundation}) + (2 \times h \times \text{tinggi raft foundation})] \quad (2.17)$$

 - Kolom

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = [(2 \times b \times \text{tinggi kolom}) + (2 \times h \times \text{tinggi kolom})] \quad (2.18)$$

 - *Shearwall*

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = [(2 \times b \times \text{tinggi shearwall}) + (2 \times h \times \text{tinggi shearwall})] \quad (2.19)$$

- Balok

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = [(2 \times (\text{h balok} - \text{tebal pelat}) \times \text{Ln}) + (\text{h balok} \times \text{Ln})] \quad (2.20)$$

- Pelat Lantai

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = \text{Panjang (m)} \times \text{Lebar (m)} \quad (2.21)$$

- Tangga
 - Anak Tangga

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = t \text{ injakan} \times L \text{ pelat tangga} \times \text{jumlah injakan} \quad (2.22)$$

- Pelat Bordes

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = \text{Panjang bordes} \times \text{lebar bordes} \quad (2.23)$$

- Pelat Tangga

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = P \text{ pelat tangga} \times L \text{ pelat tangga} + (t \text{ pelat tangga} \times p \text{ pelat tangga}) \quad (2.24)$$

- Kebutuhan Multiplek

$$\text{Kebutuhan (lbr)} = \frac{L}{1.22 \text{ m} \times 2.44 \text{ m}} \quad (2.25)$$

- Berat per Lembar Multiplek

$$\text{Berat per lembar (kg)} = (1.22 \text{ m} \times 2.44 \text{ m} \times 0.012 \text{ m}) \times 675 \text{ kg/m}^3 \quad (2.26)$$

Keterangan :

$$\text{Berat jenis multiplek} = 675 \text{ kg/m}^3.$$

2.5.7 Volume Pengecoran

Volume pengecoran merupakan perhitungan volume pekerjaan tanpa dikurangi dengan volume pembesian di dalamnya. Pekerjaan tersebut meliputi pengecoran *bore pile*, *pile cap*, *raft foundation*, kolom, *shearwall*, balok, pelat lantai dan tangga.

- Pengecoran *Pile Cap*

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{\text{Panjang } pc \text{ (m)}}{\text{pc (m)}} \times \frac{\text{lebar}}{\text{tebal } pc \text{ (m)}} \quad (2.27)$$

- Pengecoran *Raft Foundation*

$$\begin{aligned} \text{Volume (m}^3\text{)} &= \frac{\text{Panjang } raft \text{ (m)}}{\text{tebal } raft \text{ (m)}} \\ &\times \frac{\text{lebar } raft \text{ (m)}}{\text{x}} \end{aligned} \quad (2.28)$$

- Pengecoran Kolom

$$\begin{aligned} \text{Volume (m}^3\text{)} &= \frac{\text{Tinggi kolom (m)}}{\text{x panjang kolom (m)}} \\ &\times \text{lebar kolom (m)} \end{aligned} \quad (2.29)$$

- Pengecoran *Shearwall*

$$\begin{aligned} \text{Volume (m}^3\text{)} &= \frac{\text{Panjang } shearwall \text{ (m)}}{\text{x lebar } shearwall \text{ (m)}} \\ &\times \text{tebal } shearwall \text{ (m)} \end{aligned} \quad (2.30)$$

- Pengecoran Balok

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{\text{Panjang balok (m)}}{\text{x lebar balok (m)}} \times \text{tinggi balok (m)} \quad (2.31)$$

- Pengecoran Pelat Lantai

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{\text{Panjang pelat (m)}}{\text{x lebar pelat (m)}} \times \text{tebal pelat (m)} \quad (2.32)$$

- Pengecoran Tangga

- Anak Tangga

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{l_{injakan} \times t_{injakan}}{2} \times l_{anak tangga} \times \sum_{anak tangga} \quad (2.33)$$

- Pelat Bordes

$$\begin{aligned} \text{Volume (m}^3\text{)} &= \frac{\text{Panjang pelat (m)}}{\text{x lebar pelat (m)}} \\ &\times \text{tebal pelat (m)} \end{aligned} \quad (2.34)$$

2.6 Alat Berat

Alat berat dirancang untuk melakukan berbagai kegiatan guna mempermudah manusia melaksanakan pekerjaan konstruksi, sehingga hasil yang diharapkan dapat tercapai lebih mudah dalam waktu yang relatif lebih singkat. Untuk memperoleh hal tersebut perlu adanya efisiensi kerja.

Efisiensi kerja atau faktor koreksi adalah faktor produktivitasnya mendekati di lapangan. Efisiensi kerja tergantung pada kondisi pengoperasian alat dan pemilihan mesin. Harga untuk efisiensi kerja dapat dilihat pada tabel-tabel berikut ini :

Tabel 2. 6 Faktor Kondisi Kerja dan Management / Tata Laksana

Kondisi Operasional 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 : Ir. Rochmanhadi, *Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat – Alat Berat*)

Tabel 2. 7 Faktor Operator dan Mekanik

Kualifikasi	Identitas	Nilai
Terampil	a. Pendidikan STM/Sederajat	0,80
	b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau	
	c. Pengalaman > 6000 jam	
Cukup	a. Pendidikan STM/Sederajat	0,70
	b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau	
	c. Pengalaman 4000 - 6000 jam	
Sedang	a. Pendidikan STM/Sederajat	0,65
	b. Sertifikasi SIMP/SIPP (III) dan atau	
	c. Pengalaman 2000 - 4000 jam	
Kurang	a. Pendidikan STM/Sederajat	0,50

(Sumber : Buku Referensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil, 2003, PP, halaman 541)

Tabel 2. 8 Faktor Cuaca

Cuaca	Operator dan Mekanik			
	Terampil	Baik	Cukup	Sedang
Terang, Cerah	0.9	0.85	0.8	0.75
Terang Panas, Berdebu	0.83	0.783	0.737	0.691
Dingin, Mendung, Gerimis	0.75	0.708	0.666	0.624
Gelap	0.666	0.629	0.592	0.555

(Sumber : *Buku Referensi untuk Kontraktor Bangunan Gedung dan Sipil, 2003, PP, halaman 541*)

2.6.1 Dump Truck

**Gambar 2. 17** Dump Truck

(Sumber : <https://www.hino.co.id/> [Diakses pada 10 November 2019])

Dump truck merupakan alat transportasi untuk mengangkut material seperti tanah, kerikil, batu, pasir, dan material-material lain untuk dibawa keluar atau masuk ke dalam lokasi proyek pembangunan. Produktivitas suatu alat tergantung dari waktu ke siklus. Waktu siklus *truck* terdiri dari waktu permulaan, waktu pengangkutan, waktu pembongkaran, waktu perjalanan kembali, dan waktu antri. Jenis *dump truck* yang digunakan adalah Hino Dutro 130 HD, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Model : Hino Dutro 130 HD
- Kapasitas Bak : 5 m³
- Berat Kosong : 5,210 kg

Rumus yang digunakan untuk menghitung produktivitas *truck* adalah :

$$\text{Produktivitas} = \text{Kapasitas} \times \frac{60}{\text{CT}} \times \text{Efisiensi} \quad (2.35)$$

2.6.2 Excavator



Gambar 2. 18 Excavator

(Sumber : <https://www.forconstructionpros.com/> [Diakses pada 10 November 2019])

Excavator adalah alat untuk menggali dalam skala besar. Jenis material berpengaruh dalam perhitungan produktivitas *excavator*. Penentuan waktu siklus *excavator* didasarkan pada pemilihan kapasitas *bucket*. Jenis *excavator* yang digunakan adalah Kobelco SK 75 SR, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Model : SK 75 SR
- Kapasitas Bucket : 0,28 m³

Adapun perhitungan produktivitas *excavator* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} \text{Produktivitas} &= \text{Kapasitas} \times \frac{60}{\text{CT}} \times \text{S} \times \text{BFF} \\ &\quad \times \text{Efisiensi} \end{aligned} \quad (2.36)$$

Keterangan :

- Produktivitas dihitung dalam m³/jam
- CT = waktu siklus.
- S = faktor koreksi untuk kedalaman dan sudut putar.
- BFF = faktor koreksi untuk alat gali.

Berikut adalah tabel untuk waktu siklus (CT), faktor koreksi untuk kedalaman dan sudut putar (S), dan faktor koreksi untuk alat gali (BFF) dari alat berat *excavator* :

Tabel 2. 9 Waktu Siklus *Backhoe Beroda Crawler* (menit)

Jenis material	Ukuran alat		
	$\leq 0,76 \text{ m}^3$	$0,94 - 1,72 \text{ m}^3$	$> 1,72 \text{ m}^3$
Kerikil, pasir, tanah organic	0,24	0,3	0,4
Tanah, Lempung lunak	0,3	0,375	0,5
Batuan, Lempung keras	0,375	0,462	0,6

(Sumber : Ir. Susy Fatena Rostiyanti, Msc, Alat Berat untuk Proyek Konstruksi, Tabel 8.1 halaman 93)

Tabel 2. 10 Faktor Koreksi (S) untuk Kedalaman dan Sudut Putar

Kedalaman Penggalian (% dari max)	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 : Ir. Susy Fatena Rostiyanti, Msc, Alat Berat untuk Proyek Konstruksi, Tabel 8.2 halaman 94)

Tabel 2. 11 Faktor Koreksi (BFF) untuk Alat Gali

Material	BFF (%)
Tanah dan tanah organic	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 : Ir. Susy Fatena Rostiyanti, Msc, Alat Berat untuk Proyek Konstruksi, Tabel 8.3 halaman 94)

2.6.3 Tower Crane



Gambar 2. 19 Tower Crane

(Sumber : <https://www.indiamart.com/> [Diakses pada 10 November 2019])

Tower crane merupakan alat yang digunakan untuk mengangkat material secara vertical dan horizontal ke suatu tempat yang tinggi pada ruang gerak yang terbatas. Selain untuk mengangkat material, *tower crane* juga berfungsi untuk mengangkat *concrete bucket* untuk keperluan pekerjaan pengecoran. Jenis *tower crane* yang digunakan adalah Potain tipe MC 310 K12, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Beban Maksimum : 3.9 Ton
- Panjang Jib : 65 Meter
- Kecepatan Pergi :
 - *Hoisting* : 80 m/menit
 - *Slewing* : 252 °/menit
 - *Trolley* : 60 m/menit
 - *Landing* : 56 m/menit
- Kecepatan Kembali :
 - *Hoisting* : 112 m/menit
 - *Slewing* : 252 °/menit
 - *Trolley* : 100 m/menit
 - *Landing* : 116 m/menit

Berikut adalah perhitungan waktu pekerjaan dengan menggunakan alat berat *tower crane* :

- Perhitungan Waktu Pengangkatan
 - a. *Houstring* (Mekanisme Angkat).
 - b. *Slewing* (Mekanisme Putar).
 - c. *Trolley* (Mekanisme Jalan *Trolley*).
 - d. *Landing* (Mekanisme Turun).

$$\text{Total waktu pengangkatan} = a + b + c + d \quad (2.37)$$

- Perhitungan Waktu Kembali
 - a. *Houstring* (Mekanisme Angkat).
 - b. *Slewing* (Mekanisme Putar).
 - c. *Trolley* (Mekanisme Jalan *Trolley*).
 - d. *Landing* (Mekanisme Turun).

$$\text{Total waktu kembali} = a + b + c + d \quad (2.38)$$

- Waktu Bongkar Muat
 - a. Waktu Bongkar

Waktu bongkar adalah waktu yang diperlukan untuk membongkar bekisting dari *tower crane* untuk diletakkan di lokasi titik.

- b. Waktu Muat

Waktu muat adalah waktu yang diperlukan untuk memuat beban bekisting dari lapangan ke lokasi titik.

- Perhitungan Waktu Siklus

Perhitungan waktu siklus adalah jumlah dari waktu angkat, waktu kembali, waktu bongkar, dan waktu muat.

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Produksi}}{\text{Waktu Siklus}} \times \text{Efisiensi} \quad (2.39)$$

2.6.4 Hydraulic Rotary Drilling Rig



Gambar 2. 20 Hydraulic Rotary Drilling Rig

(Sumber : <https://www.soilmec.co.uk/> [Diakses pada 10 November 2019])

Hydraulic Rotary Drilling Rig merupakan alat berat yang berfungsi untuk membuat lubang yang cukup besar sebagai masuknya pondasi ke dalam tanah. Pada saat pengeboran terjadi pengikisan tanah dibantu dengan tembakan air lewat lubang bor sehingga menyebabkan tanah yang terkikis menjadi lumpur dan terdorong keluar dari lubang pengeboran. Jenis *Hydraulic Rotary Drilling Rig* yang digunakan adalah *Soilmec SF-50 Hydraulic CFA Rotary Rig*, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Model : Soilmec SF-50
Hydraulic CFA
Rotary Rig
- Berat : 35 ton
- Diameter Maksimum Pile : 900 mm
- Kedalaman Maksimum Pile : 25 m

Berikut adalah perhitungan untuk produktivitas alat *Hydraulic Rotary Drilling Rig* :

$$\text{Produktivitas} = \frac{\text{Kedalaman titik bor}}{\text{Cycle Time}} \quad (2.40)$$

2.6.5 Truck Mixer



Gambar 2. 21 Truck Mixer

(Sumber : <https://oiltanktrucks.sell.everychina.com/>
[Diakses pada 10 November 2019])

Truck mixer digunakan untuk pengangkutan beton ready mix. Selain itu, *truck mixer* juga digunakan untuk mengaduk beton. Kapasitas satu *truck mixer* antara 4,6 m³ sampai lebih dari 11,5 m³. Jenis *truck mixer* yang digunakan adalah DF NISSAN DIESEL HZZ-5240-GJBUD, dengan spesifikasi sebagai berikut :

- Model : DF NISSAN DIESEL HZZ-5240-GJBUD
- Volume Tabung : 16.2 m³
- Kapasitas Bak : 10 m³
- Berat Kosong : 11,000 kg

Produktivitas *truck mixer* dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut :

$$\text{Produktivitas} = \frac{60 \times \text{volume} \times \text{efisiensi}}{\text{T}} \quad (2.41)$$

Dimana untuk volume *mixer* dihitung dari volume setiap komponen campuran beton tersebut. Perhitungan volume *mixer* dapat menggunakan rumus berikut :

$$\text{Volume} = \frac{\text{Massa Material}}{1000 \times \text{berat jenis} \left(\frac{\text{gr}}{\text{cm}^3} \right)} \quad (2.42)$$

Dalam menghitung volume, agregat harus dalam kondisi basah permukaan atau SSD (*Surface Saturated Dry*). Dengan demikian , volume air yang dihitung tidak lebih ataupun kurang.

2.6.6 Concrete Pump Truck



Gambar 2. 22 Concrete Pump

(Sumber : <http://www.kyokuto.com/> [Diakses pada 12 Februari 2020])

Concrete pump truck adalah truk yang dilengkapi dengan pompa dan lengan untuk memompa campuran beton *ready mix* ke lokasi pengecoran. Jenis *concrete pump truck* yang digunakan adalah KYUKUTO PY 90-17 *Concrete Boom Pump*, dengan spesifikasi alat sebagai berikut :

- Tipe : KYOKUTO PY 90-17
Concrete Boom Pump
- Max Delivery : 90 m³/jam
- Output Pressure : 8.5 MPa
- Maximum Boom Height Above Ground Level : 17 m

2.6.7 Alat Penunjang

2.6.7.1 Concrete Bucket



Gambar 2. 23 Concrete Bucket

Concrete bucket merupakan alat berat yang digunakan untuk pekerjaan pengecoran. *Concrete bucket* berfungsi untuk menampung beton dari *truck mixer* yang kemudian diangkat ke lokasi pengecoran dengan menggunakan alat berat *tower crane*. Adapun spesifikasi *concrete bucket* adalah sebagai berikut :

- Ukuran Bucket Cor : 1 m^3
- Dimensi : $1,50 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 1,5 \text{ m}$

2.6.7.2 Air Compressor



Gambar 2. 24 Air Compressor

(Sumber : <https://www.ato.com/> [Diakses pada 12 November 2019])

Air compressor adalah alat penghasil atau penghembus udara bertekanan tinggi yang digunakan setelah proses pekerjaan pembesian selesai yang berfungsi untuk membersihkan kotoran-kotoran seperti debu,

potongan kawat, bendarat, dan serbuk kayu yang dapat mengurangi mutu dan daya lekatkan tulangan pada beton.

2.6.7.3 Vibrator



Gambar 2. 25 Vibrator

(Sumber : <https://utamajaya-id.bukaloka.com/> [Diakses pada 12 November 2019])

Vibrator merupakan alat yang digunakan pada saat proses pengecoran. Alat ini berfungsi untuk pemasakan beton dengan menghilangkan rongga-rongga udara didalamnya.

2.6.7.4 Bar Bender



Gambar 2. 26 Bar Bender

(Sumber : <http://tukangbata.blogspot.com/> [Diakses pada 12 November 2019])

Bar bender adalah alat yang digunakan untuk membengkokkan tulangan baja dalam berbagai macam sudut sesuai dengan perencanaan. Cara kerja alat ini yaitu baja yang akan dibengkokkan dimasukkan di antara poros tekan dan poros pembengkok kemudian diatur sudut dan panjangnya sesuai dengan perencanaan. Ujung tulangan pada poros pembengkok dipegang dengan kunci

pembengkok. Kemudian pedal ditekan sehingga roda pembengkok akan berputar sesuai dengan sudut pembengkokan yang direncanakan. *Bar bender* dapat mengatur sudut pembengkokan tulangan baja dengan mudah dan rapi.

2.6.7.5 Bar Cutter



Gambar 2. 27 Bar Cutter

(Sumber : <http://tukangbata.blogspot.com/> [Diakses pada 12 November 2019])

Bar cutter merupakan alat yang digunakan untuk memotong baja tulangan sesuai dengan perencanaan.

2.7 Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi dihitung dengan menggunakan beberapa metode yang terdapat dalam buku *Analisa Anggaran Biaya Cara Modern* oleh Ir. A. Soedrajat. Diantaranya adalah sebagai berikut :

2.7.1 Durasi Pengukuran atau *Uitzet*

- Pengukuran Lahan (A)

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luas Lahan}}{\text{Produktivitas} \div \text{jumlah tenaga kerja}} \quad (2.43)$$

- Pengukuran Bangunan (B)

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Luas Bangunan}}{\text{Produktivitas} \div \text{jumlah tenaga kerja}} \quad (2.44)$$

- Total Durasi

$$\text{Total Durasi} = A + B \quad (2.45)$$

Berikut ini adalah tabel keperluan jam kerja untuk pekerjaan pengukuran :

Tabel 2. 12 Keperluan Jam Kerja Buruh untuk Pengukuran

Jenis Pekerjaan	Hasil Pekerjaan
Pengukuran rangka (Polygon Utama)	1,5 km / regu / hari
Pengukuran Situasi	5 Ha / regu / hari
Pengukuran Trace Saluran	0,5 km / regu / hari
Penggambaran atau memplot hasil ukuran situasi, dengan skala 1:2000 di lapangan	20 Ha / orang / hari
Penggambaran trace saluran dengan skala 1:5000 di lapangan	2 – 2,5 hm / orang / hari

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Nova, Bandung, Tabel 8-1 halaman 145)

2.7.2 Durasi Bouwplank

- Durasi Pemasangan Kayu Vertikal (A)

$$\text{Durasi} = \text{Volume kayu vertikal (m}^2\text{)} \times \text{produktivitas} \quad (2.46)$$

- Durasi Pemasangan Papan (B)

$$\text{Durasi} = \text{Volume papan (m}^2\text{)} \times \text{produktivitas} \quad (2.47)$$

- Total Durasi

$$\text{Total Durasi} = A + B \quad (2.48)$$

2.7.3 Durasi Galian

- Durasi Galian

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume galian}}{\text{Produktivitas}} \quad (2.49)$$

2.7.4 Durasi Urugan

- Durasi Galian

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume urugan}}{\text{Produktivitas}} \quad (2.50)$$

2.7.5 Durasi Pembesian

Perhitungan durasi pembesian merupakan perhitungan yang diperlukan untuk memotong, memuat bengkokan, kaitan, dan memasang tulangan. Berikut ini adalah perhitungan durasi pembesian :

- Durasi Memotong

$$\text{Durasi per orang (jam)} = \frac{\left(\frac{\Sigma \text{tulangan (buah)}}{100} \times \text{waktu memotong} \right)}{8 \text{ jam}} \quad (2.51)$$

$$\text{Durasi per grup} = \frac{(\text{Durasi per orang (jam)})}{\Sigma \text{Jumlah pekerja}} \quad (2.52)$$

- Durasi Membengkokan dengan Mesin

$$\text{Durasi per orang (jam)} = \frac{\left(\frac{\Sigma \text{tulangan (buah)}}{100} \times \text{waktu membengkokan} \right)}{8 \text{ jam}} \quad (2.53)$$

$$\text{Durasi per grup} = \frac{(\text{Durasi per orang (jam)})}{\Sigma \text{Jumlah pekerja}} \quad (2.54)$$

- Durasi Mengaitkan dengan Mesin

$$\text{Durasi per orang (jam)} = \frac{\left(\frac{\Sigma \text{tulangan (buah)}}{100} \times \text{waktu mengait} \right)}{8 \text{ jam}} \quad (2.55)$$

$$\text{Durasi per grup} = \frac{(\text{Durasi per orang (jam)})}{\Sigma \text{Jumlah pekerja}} \quad (2.56)$$

- Durasi Memasang

$$\text{Durasi per orang (jam)} = \frac{\left(\frac{\Sigma \text{tulangan (buah)}}{100} \times \text{waktu memasang} \right)}{8 \text{ jam}} \quad (2.57)$$

$$\text{Durasi per grup} = \frac{(\text{Durasi per orang (jam)})}{\Sigma \text{Jumlah pekerja}} \quad (2.58)$$

Keterangan :

- Jumlah tulangan adalah total tulangan yang dihitung tiap elemen struktur.
- Jumlah kaitan adalah total kaitan pada tiap elemen struktur yang dihitung.
- Jumlah bengkok adalah total bengkokan pada elemen struktur yang dihitung.
- Jumlah grup adalah jumlah grup pekerja dalam suatu pekerjaan.
- Kapasitas produksi di ambil dari tabel pada tiap pekerjaan berdasarkan diameter tulangan.

Berikut ini adalah tabel yang menunjukkan waktu untuk membuat 100 buah bengkokan dan kaitan tulangan :

Tabel 2. 13 Jam Kerja Buruh yang Diperlukan Untuk Membuat 100 Bengkokan dan Kaitan

Ukuran besi beton \varnothing	Dengan tangan		Dengan mesin	
	Bengkokan (jam)	Kait (jam)	Bengkokan (jam)	Kait (jam)
$< \frac{1}{2}''$ (12 mm)	2 - 4	3 - 6	0,8 - 1,5	1,2 - 2,5
$\frac{5}{8}''$ (16 mm)				
$\frac{3}{4}''$ (19 mm)	2,5 - 5	4 - 8	1 - 2	1,6 - 3
$\frac{7}{8}''$ (22 mm)				
1" (25 mm)	3 - 6	5 - 10	1,2 - 2,5	2 - 4
1 $\frac{1}{8}$ " (28,5 mm)				
1 $\frac{1}{4}$ " (31,75 mm)	4 - 7	6 - 12	1,5 - 3	2,5 - 5
1 $\frac{1}{2}$ " (38,1 mm)				

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 5-9 halaman 91)

Tabel 2. 14 Jam Kerja Buruh yang Dibutuhkan untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan

Ukuran besi beton ø	Panjang batang tulangan (m)		
	Dibawah 3 m	3 – 6 m	6 – 9 m
< $\frac{1}{2}$ " (12 mm)	3,5 – 6	5 – 7	6 – 8
$\frac{5}{8}$ " (16 mm)			
$\frac{3}{4}$ " (19 mm)	4,5 – 7	6 – 8,5	7 – 9,5
$\frac{7}{8}$ " (22 mm)			
1" (25 mm)	5,5 – 8	7 – 10	8,5 – 11,5
1 $\frac{1}{8}$ " (28,5 mm)			
1 $\frac{1}{4}$ " (31,75 mm)	6,5 – 9	8 – 12	10 – 14
1 $\frac{1}{2}$ " (38,1 mm)			

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern)
Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 5-10 halaman 92)

2.7.6 Durasi Bekisting

2.7.6.1 Bekisting Batako

- Durasi Mencampur Mortar

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume mortar}}{\text{kapasitas produksi}} \div \text{jumlah pembantu tukang} \quad (2.59)$$

- Durasi Mengangkut Mortar

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume mortar}}{\text{kapasitas produksi}} \div \text{jumlah pembantu tukang} \quad (2.60)$$

- Total Durasi

$$\text{Total} = \text{durasi mencampur} + \text{durasi mengangkut} + \text{durasi memasang} \quad (2.61)$$

2.7.6.2 Bekisting Multiplek

Sebelum digunakan untuk cetak beton, bekisting multiplek perlu dilapisi oli terlebih dahulu, dengan volume 2- 3.75 liter tiap 10 m² bidang bekisting.

- Durasi Fabrikasi atau Menyetel

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{waktu fabrikasi} \quad (2.62)$$

- Durasi Pemasangan

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{waktu pemasangan} \quad (2.63)$$

- Durasi Bongkar

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{waktu bongkar} \quad (2.64)$$

- Durasi Oles Minyak

$$\text{Durasi (jam)} = \frac{\text{Luas bekisting (m}^2\text{)}}{10 \text{ m}^2} \times \text{waktu oles minyak} \quad (2.65)$$

Berikut ini adalah tabel jam kerja tiap luas cetakan 10 m².

Tabel 2. 15 Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m²

Jenis cetakan kayu	Jam kerja tiap luas cetakan 10 m ²			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan membersihkan	Reparasi
1. Pondasi / Pangkal Jembatan	3 – 7	2 – 4	2 – 4	
2. Dinding	5 – 9	3 – 5	2 – 5	
3. Lantai	3 – 8	2 – 4	2 – 4	
4. Atap	3 – 9	2 – 5	2 – 4	
5. Tiang-tiang	4 – 8	2 – 4	2 – 4	
6. Kepala tiang	5 – 11	3 – 7	2 – 5	
7. Balok-balok	6 – 10	3 – 4	2 – 5	
8. Tangga	6 – 12	4 – 8	3 – 5	
9. Sudut-sudut tiang / balok* berukir	5 – 11	3 – 9	3 – 5	
10. Ambang jendela dan lintel*	5 – 10	3 – 6	3 – 5	
<i>*Tiap 30 m panjang</i>				

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern)
Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 5-2 halaman 86)

2.7.7 Durasi Pengecoran

Pekerjaan pengecoran pada proyek ini menggunakan *concrete pump truck* untuk pekerjaan pelat lantai dasar. Sedangkan untuk pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, pelat lantai, dan tangga menggunakan *concrete bucket* yang diangkat dengan menggunakan *tower crane*.

- *Concrete Pump Truck*

$$Q = DC \left(\frac{m^3}{jam} \right) \times \text{Efisiensi kerja} \quad (2.66)$$

Dimana :

Delivery capacity (m³/jam) = 100 m³/jam diambil rata-rata produktivitas *concrete pump truck*. Untuk efisiensi kerja terdapat nilai yang bergantung pada kondisi lapangan, seperti faktor pemeliharaan alat, operator, dan kondisi cuaca.

- Waktu Persiapan

Waktu persiapan untuk pekerjaan pengecoran terdiri dari :

- Pengaturan posisi *truck mixer* dan *concrete pump truck* = 10 menit
- Pemasangan pompa = 30 menit
- Idle (waktu tunggu) pompa = 10 menit
- Waktu Tambahan Persiapan
 - Waktu tambahan persiapan terdiri dari :
 - Durasi pergantian antar *truck mixer*, apabila pengecoran membutuhkan lebih dari 1 *truck mixer*
- Jumlah truck ×
10 menit (per *truck mixer*) (2.67)
- Durasi waktu untuk pengujian slump
- Jumlah truck ×
5 menit (per *truck mixer*) (2.68)
- Waktu Operasional Pengecoran
 - Waktu operasional merupakan waktu pada saat pengecoran berlangsung.
- Durasi = $\frac{\text{Volume pengecoran}}{\text{Kapasitas produksi}}$ (2.69)
- Waktu Pasca Pelaksanaan
 - Waktu pasca pelaksanaan terdiri dari :
 - Waktu pembersihan pompa = 10 menit
 - Waktu bongkar pompa = 30 menit
 - Waktu persiapan kembali = 10 menit
- Total Durasi Pengecoran Menggunakan *Concrete Pump Truck*

Total Durasi = Waktu persiapan + waktu tambahan persiapan
+ waktu pengecoran
+ waktu pasca pelaksanaan (2.70)

- *Concrete Bucket*

- Waktu Persiapan

Waktu persiapan untuk pekerjaan pengecoran terdiri dari :

- Pengaturan posisi *truck mixer* dan *concrete bucket* = 10 menit
- Penuangan beton ke dalam *bucket* = 30 menit

- Waktu Tambahan Persiapan

Waktu tambahan persiapan terdiri dari :

- Durasi pergantian antar *truck mixer*, apabila pengecoran membutuhkan lebih dari 1 *truck mixer*.

$$\text{Jumlah truck} \times \\ 10 \text{ menit (per } truck mixer) \quad (2.71)$$

- Durasi waktu untuk pengujian slump.

$$\text{Jumlah truck} \times \\ 5 \text{ menit (per } truck mixer) \quad (2.72)$$

- Waktu Pengangkatan dengan *Tower Crane*

- Waktu pengangkatan

$$\frac{\text{Tinggi hoisting (m)}}{\text{Kecepatan angkut } \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times \text{efisiensi kerja}} \quad (2.73)$$

- Waktu swing

$$\frac{\text{Sudut swing}}{\text{Kecepatan swing (rpm)} \times \text{efisiensi kerja}} \quad (2.74)$$

- Waktu lowering (penurunan)

$$\frac{\text{Tinggi penurunan (m)}}{\text{Kecepatan perununan } \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times \text{efisiensi kerja}} \quad (2.75)$$

- Waktu pembongkaran

Waktu pembongkaran berlangsung selama 15 menit.

- Waktu swing kembali

$$\frac{\text{Sudut swing}}{\text{Kecepatan swing (rpm)} \times \text{efisiensi kerja}} \quad (2.76)$$

- Waktu penurunan kembali

$$\frac{\text{Tinggi hoisting (m)} - \text{tinggi lowering (m)}}{\text{Kecepatan perunungan } \left(\frac{\text{m}}{\text{menit}} \right) \times \text{efisiensi kerja}} \quad (2.77)$$

- Waktu Operasional Pengecoran
Waktu operasional merupakan waktu pada saat pengecoran berlangsung. Lamanya waktu tersebut adalah 10 menit.
- Waktu Pasca Pelaksanaan
Waktu pasca pelaksanaan untuk persiapan kembali adalah 10 menit.
- Total Durasi Pengecoran Menggunakan *Concrete Bucket*

$$\text{Total Durasi} = \text{Waktu persiapan} + \text{waktu tambahan persiapan} + \text{waktu pengangkatan dengan tower crane} + \text{waktu pengecoran} + \text{waktu pasca pelaksanaan} \quad (2.78)$$

Berikut ini adalah tabel keperluan buruh untuk pekerjaan beton :

Tabel 2. 16 Keperluan Buruh untuk Pekerjaan Beton

Jenis Pekerjaan	Jam kerja setiap m ³ beton
1. Mencampur beton dengan tangan	1,31 – 2,62
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 struktural	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, dan memeliharanya	2,62 – 7,86
14. Mengaduk, memasang, dan memeliharanya pada cuaca dingin (di Luar Negeri)	3,93 – 13,1

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 5-18 halaman 101)

- *Tower Crane*

- Jarak Asal Terhadap *Tower Crane*

$$D_1 = \sqrt{(y_{tc} - y_{ab})^2 + (x_{ab} - x_{tc})^2} \quad (2.79)$$

Keterangan :

y_{tc} = koordinat y posisi *tower crane*.

y_{ab} = koordinat y posisi asal.

x_{ab} = koordinat x posisi asal.

x_{tc} = koordinat x posisi *tower crane*.

- Jarak Tujuan Terhadap *Tower Crane*

$$D_1 = \sqrt{(y_{tc} - y_{tj})^2 + (x_{tj} - x_{tc})^2} \quad (2.80)$$

Keterangan :

y_{tc} = koordinat y posisi *tower crane*.

y_{tj} = koordinat y posisi tujuan.

x_{tj} = koordinat x posisi tujuan.

x_{tc} = koordinat x posisi *tower crane*.

- Jarak *Trolley*

$$d = | D_1 - D_2 | \quad (2.81)$$

Keterangan :

D_1 = jarak asal terhadap *tower crane*.

D_2 = jarak tujuan terhadap *tower crane*.

- Sudut *Slewing*

$$D_3 = \sqrt{(y_{tc} - y_{ab})^2 + (x_{tc} - x_{ab})^2} \quad (2.82)$$

Keterangan :

y_{tc} = koordinat y posisi *tower crane*.

y_{ab} = koordinat y posisi asal.

x_{ab} = koordinat x posisi asal.

x_{tc} = koordinat x posisi *tower crane*.

- Pengangkatan

- *Hoisting* (Angkat)

$$\frac{\text{Tinggi tujuan (m)} - \text{tinggi asal (m)} + \text{tinggi tambahan (m)}}{\text{Kecepatan vertikal} (\frac{\text{m}}{\text{menit}})} \quad (2.83)$$

- *Slewing* (Putar)

$$\frac{\text{Sudut slewing (rad)}}{\text{Kecepatan vertikal (rpm)}} \quad (2.84)$$

- *Trolley*

$$\frac{\text{Jarak trolley (m)}}{\text{Kecepatan trolley} (\frac{\text{m}}{\text{menit}})} \quad (2.85)$$

▪ *Landing* (Turun)

$$\frac{\text{Jarak landing (m)}}{\text{Kecepatan landing } (\frac{\text{m}}{\text{menit}})} \quad (2.86)$$

- Total Durasi

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi} = & \text{ Hoisting} + \text{slewing} \\ & + \text{trolley} + \text{landing} \end{aligned} \quad (2.87)$$

- Bongkar Muat

Waktu bongkar muat adalah waktu untuk membongkar dan mengaitkan material ke dan dari *tower crane* ke lokasi tujuan.

- Waktu Siklus

$$\begin{aligned} \text{Waktu siklus} = & \text{ waktu muat} + \text{waktu} \\ & \text{angkat} + \text{waktu kembali} + \\ & \text{waktu bongkar} \end{aligned} \quad (2.88)$$

2.8 Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Berdasarkan buku Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan karya Ir. A. Soedrajat pada umumnya terdapat 3 hal pokok yang menjadi pertimbangan dalam perhitungan rencana anggaran biaya pelaksanaan, antara lain :

1. Upah Pekerja

Perhitungan upah pekerja dipengaruhi oleh beberapa aspek, antara lain :

- Durasi jam kerja yang ditetapkan per item pekerjaan.
- Kondisi lingkungan pekerjaan.
- Keterampilan dan keahlian pekerja.

Berikut adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan upah pekerja :

$$\begin{aligned} \text{Biaya Pekerjaan} = & \text{ Durasi} \times \text{Upah Pekerja} \\ & \times \text{Jumlah Pekerja} \end{aligned} \quad (2.89)$$

2. Alat-Alat Produksi

Dalam perhitungan anggaran biaya suatu pekerjaan konstruksi, produktivitas alat berat sangat berpengaruh dalam perhitungannya untuk menentukan durasi. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk produksi suatu alat berat :

$$Q = q \times N \times E = q \times \frac{60}{CT} \times E \quad (2.90)$$

Keterangan :

- Q = Produksi per jam dari alat (m^3/jam).
- q = Kapasitas alat per siklus (m^3).
- N = Jumlah siklus dalam satu jam.
- CT = Waktu siklus (menit).
- E = Efisiensi kerja.

Sedangkan untuk menghitung waktu siklus (CT) dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$CT (\text{menit}) = LT + HT + RT + DT + ST \quad (2.91)$$

Keterangan :

- LT = Waktu yang dibutuhkan oleh alat berat untuk melakukan satu siklus pekerjaan yang terdiri dari waktu muat atau *loading time*.
- HT = Waktu angkut atau *hauling time*.
- RT = Waktu kembali atau *return time*.
- DT = Waktu bongkar atau *dumping time*.
- ST = Waktu tunggu atau *spotting time*.

Perhitungan anggaran biaya pelaksanaan tergantung dengan lamanya durasi pemakaian alat, masa pakai alat, dan volume pekerjaan yang harus diselesaikan. Sedangkan untuk biaya operasional peralatan adalah biaya sewa, pengangkutannya, pemasangan alat, memindahkan lokasi penempatan

alat, membongkar, dan biaya operasi juga dapat dimasukkan upah dari operator mesin dan pembantunya. Satuan anggaran biaya peralatan dapat dipakai per jam dari durasi pekerjaan alat atau dari satuan volume pekerjaan yang dikerjakan oleh alat tersebut. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan biaya alat berat :

$$\text{Biaya Alat Berat} = \text{Durasi} \times \text{Harga Sewa} \\ \times \text{Jumlah Alat} \quad (2.92)$$

3. Bahan Material

Perhitungan anggaran biaya material berdasarkan pada daftar yang telah dibuat oleh *Quantity Surveyor*. Pembuatan daftar harga bahan material memakai harga bahan material sesuai dengan tempat proyek. Berikut adalah rumus yang digunakan untuk perhitungan biaya material :

$$\text{Biaya Material} = \text{Volume} \times \text{Jumlah Harga} \quad (2.93)$$

2.9 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah proses menyusun jadwal kegiatan-kegiatan yang ada di suatu proyek. Penjadwalan berfungsi sebagai pedoman serta pengontrol dalam melaksanakan kegiatan konstruksi agar proyek dapat berjalan sesuai dengan waktu yang telah direncanakan. Menurut Hafnidar A. Rani (2016), penggunaan berbagai metode penjadwalan dalam perencanaan dan pengendalian proyek konstruksi sangat membantu dan meningkatkan efisiensi waktu dan biaya. Pada umumnya penjadwalan proyek terdiri dari penjadwalan waktu, tenaga kerja, peralatan, material, dan keuangan.

1. Network Planning

Network Planning adalah salah satu model penjadwalan proyek yang berisi informasi mengenai kegiatan-kegiatan yang ada pada proyek yang

bersangkutan. *network planning* mempunyai beberapa manfaat sebagai berikut :

- Memberikan perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian kegiatan secara menyeluruh.
- Mengetahui durasi, biaya, dan SDM yang diperlukan.
- Mengetahui kegiatan kritis.
- Sebagai alat komunikasi data, masalah, dan tujuan proyek.

Network planning sendiri dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain AOA, AON, dan PDM. Untuk membuat penjadwalan proyek pada pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik ini akan menggunakan metode *Precedence Diagram Method* (PDM). PDM merupakan salah satu teknik penjadwalan *network planning* atau rencana jaringan kerja. Berbeda dengan AOA yang menitik beratkan kegiatan pada anak panah PDM menitik beratkan kegiatan pada node sehingga terkadang disebut dengan Activity on Node. Ada beberapa perbedaan antara AOA, AON, dan PDM yaitu sebagai berikut :

- Pada AOA, kegiatan ditampilkan dengan anak panah, sedangkan AON dan PDM menggunakan node. Anak panah menunjukkan hubungan logis antara kegiatan.
- Pada AOA bentuk node adalah lingkaran, sementara AON dan PDM bentuk node adalah persegi panjang.
- Ukuran node pada AON dan PDM lebih besar dari node AOA karena berisi lebih banyak keterangan.
- Metode perhitungan AOA dan PDM sedikit berbeda.

Dalam PDM, aktivitas atau kegiatan ditunjukkan dengan node yang berbentuk kotak dan

berukuran besar. Di dalam node tersebut biasanya diisikan hal – hal sebagai berikut :

- Durasi.
- Nomor kegiatan atau aktivitas.
- Deskripsi aktivitas.
- ES, EF, LS, dan LF.
- Float yang terjadi.

Keterangan :

ES = *Earliest Start*

EF = *Earliest Finish*

LS = *Latest Start*

LF = *Latest Finish*

Start side	Finish side
Activ. NO.	
Dur.	RESP.

Model 1

Start side	Finish side
ES	EF
LS	LF

Model 2

Start side	Finish side	
Activ. NO.	Dur.	TF
Descript.	ES	EF
ES	LS	LF
LS		

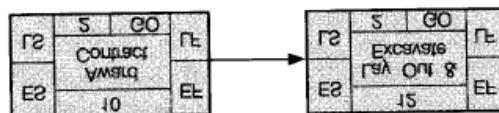
Model 3

Start side	Finish side	
ES	Descript.	EF
LS	EF	LF
	Dur.	Resp.

Model 4

Gambar 2. 28 Denah Node PDM

(Sumber : Widiasanti, 2013)



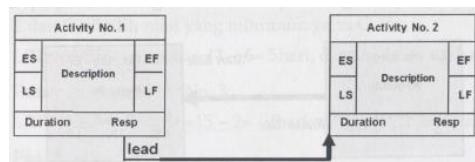
Gambar 2. 29 Contoh Penyajian PDM

(Sumber : Widiasanti, 2013)

Pada metode PDM ini mempunyai 4 hubungan logis diantara aktivitas – aktivitasnya. Metode PDM dapat menggunakan konsep lag (jarak hari) antar kegiatan untuk lebih memudahkan dalam penjadwalan. Keempat hubungan logis tersebut, antara lain :

- *Finish to Start (FS)*

Hubungan finish to start merupakan hubungan yang paling sering digunakan dalam PDM. Pada hubungan ini suatu aktivitas tidak dapat dimulai sebelum aktivitas sebelumnya selesai.



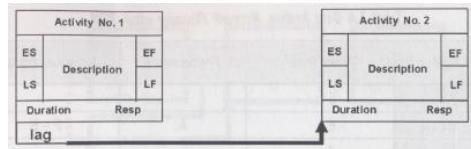
Gambar 2. 30 Finish to Start (FS)

(Sumber : Husen, 2010)

Contoh : Pengecoran kolom (j) dapat dimulai setelah pemasangan semua bekisting kolom (i) selesai.

- *Start to Start (SS)*

Hubungan start to start merupakan hubungan antara dua aktivitas yang dimulai bersamaan.



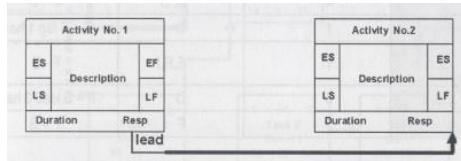
Gambar 2. 31 Start to Start (SS)

(Sumber : Husen, 2010)

Contoh : Pekerjaan pemasangan bekisting balok (j) dapat dimulai bersamaan dengan pekerjaan fabrikasi pembesian balok (i).

- *Finish to Finish (FF)*

Hubungan finish to finish ini sama halnya dengan hubungan start to start, hubungan ini digunakan untuk menunjukkan hubungan antara selesaiannya dua aktivitas secara bersamaan.



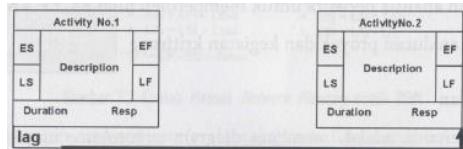
Gambar 2. 32 Finish to Finish (FF)

(Sumber : Husen, 2010)

Contoh : Pekerjaan pengecoran balok (i) selesai bersamaan dengan pengecoran pelat lantai (j).

- *Start to Finish (SF)*

Hubungan start to finish ini menjelaskan hubungan antara selesaiannya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan SF (i-j) = d yang berarti suatu kegiatan (j) selesai d hari setelah kegiatan (i) terdahulu mulai.



Gambar 2. 33 Start to Finish (SF)

(Sumber : Husen, 2010)

Contoh : mulainya pekerjaan pengecatan kusen (i) dengan pekerjaan pemasangan kusen (j).

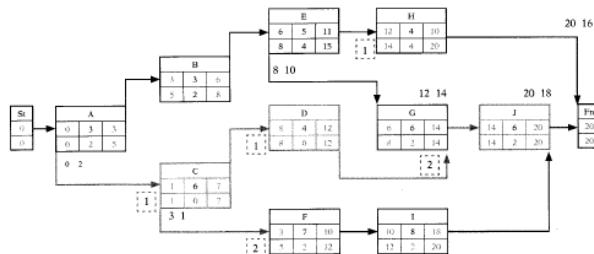
- Lag and Lead Time

Suatu lag dan lead menandakan bahwa harus ada waktu tunggu antara aktivitas-aktivitas yang ada. Atau bisa disebut sebagai waktu minimum yang harus dilalui antar aktivitas. Lag time adalah penundaan antara aktivitas pertama dan kedua. Saat aktivitas pertama sudah selesai, namun ada penundaan atau masa tunggu sebelum aktivitas kedua dimulai, maka hal ini disebut sebagai lag time. Sedangkan lead time adalah tumpah tindih antara aktivitas pertama dan kedua. Saat aktivitas pertama masih berjalan dan aktivitas kedua sudah dapat dimulai, ini disebut lead time.

Untuk menentukan kegiatan yang bersifat kritis dan kemudian menentukan jalur kritis dapat dilakukan perhitungan ke depan (*forward Analysis*) dan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*). Perhitungan ke depan (*Forward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Earliest Start* (ES) dan *Earliest Finish* (EF). Yang merupakan *predecessor* adalah kegiatan I, sedangkan yang dianalisis adalah kegiatan J. Sedangkan perhitungan ke belakang (*Backward Analysis*) dilakukan untuk mendapatkan besarnya *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF). Yang merupakan kegiatan *successor* adalah kegiatan J, sedangkan kegiatan yang dianalisis adalah kegiatan I. Jalur dan lintasan kritis pada PDM mempunyai sifat yang sama seperti metode jaringan kerja AOA, yaitu :

- Waktu mulai paling awal dan akhir harus sama (ES = LS).
- Waktu selesai paling awal dan akhir harus sama (EF = LF).

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



Gambar 2. 34 Contoh Jalur Kritis pada PDM
(Sumber : Whidiasanti, 2013)

2. Bar Chart

Bar chart adalah sekumpulan aktivitas yang ditempatkan dalam kolom vertikal, sementara waktu ditempatkan dalam baris horizontal. Penggunaan bar chart bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan proyek. Perkiraan waktu mulai dan selesai dapat ditentukan dari skala waktu horizontal pada bagian atas bagan. Waktu mulai dan selesai setiap kegiatan beserta durasinya ditunjukkan dengan menempatkan balok horizontal di bagian kanan dari setiap aktivitas.

Bar chart digunakan secara luas sebagai teknik penjadwalan dalam konstruksi. Hal ini karena *bar chart* memiliki ciri-ciri sebagai berikut :

- Mudah dalam pembuatan dan persiapannya.
- Memiliki bentuk yang mudah dimengerti.
- Bila digabung dengan metode lain, seperti Kurva S dapat dipakai memberikan manfaat lebih sebagai pengendalian biaya.

Penggunaan bar chart bertujuan untuk mengidentifikasi unsur waktu dan urutan dalam merencanakan suatu kegiatan, terdiri dari waktu mulai, waktu selesai, dan pada saat pelaporan.

No.	Pekerjaan	Dur (Bln)	Vol.	Harga Satuan (Rp)	Harga Subtotal (Rp)	Bobot (%)	Rencana Progres Report Bulan Ke-						
							1	2	3	4	5	6	7
1	Golian Tarsah	3	2250	2500									
2	Golian Batu	3	525	4000									
3	Pas. Batu Kali	3,5	415	37500									
4	Pels. Beton	2,5	35	175000									
5	Pas. Batu Bata	3	750	40000									
6	Timbunan	2	9850	1500									
7	Plesteran	3	4785	2500									
8	Siaran	2	5750	1800									
9	Pintu Besi	1	6	2250000									
10	Pagar	3	250	20000									
Total													
Bobot Biaya													
%Biaya Kumulatif													
Kebutuhan Biaya													
Kebutuhan Biaya Kumulatif													

Gambar 2. 35 Bar Chart
(Sumber : Widiasanti, 2013)

3. Kurva S

Kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertikal sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (*progress*) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu [1]. Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek berdasarkan kegiatan, waktu, dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai presentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana [2].

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

- Untuk menganalisis *progress* suatu proyek secara keseluruhan.
- Untuk mengetahui pengeluaran dan kebutuhan biaya pelaksanaan proyek.

- Untuk mengontrol penyimpangan yang terjadi pada proyek dengan membandingkan kurva S rencana dengan kurva S aktual [1].

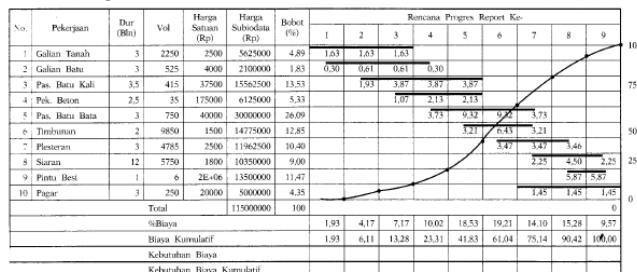
Berikut adalah Langkah-langkah yang harus dilakukan dalam membuat kurva S, antara lain :

- a. Menghitung durasi tiap item pekerjaan.
- b. Menghitung % bobot biaya masing – masing pekerjaan, dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\% \text{ Bobot Pekerjaan} = \frac{v \times \text{Harga Pekerjaan}}{\text{Harga Total Pekerjaan}} \times 100\% \quad (2.94)$$

- c. Membagi % bobot pekerjaan dengan durasi.
Setelah bobot didapatkan, maka ditempatkan pada kolom bobot yang tersedia di *bar chart*. Bobot yang didapat dibagi dengan durasi pekerjaan atau kegiatan sehingga didapat bobot biaya untuk setiap periode.
- d. Menjumlahkan % bobot biaya pekerjaan pada setiap lajur waktu.
- e. Menjumlahkan bobot biaya sesuai dengan kolom lajur waktu dan hasilnya ditempatkan pada bagian bobot biaya di bagian bawah *bar chart*.
- f. Membuat kumulatif dari % bobot biaya pekerjaan pada lajur % kumulatif bobot biaya. Bobot biaya dikumulatifkan untuk setiap periode. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui *progress* biaya proyek yang nantinya akan digunakan untuk membuat Arus Kas Rencana Proyek.
- g. Membuat kurva S berdasarkan % kumulatif bobot biaya.
- h. Membuat kurva S dengan mengacu pada kumulatif bobot sebagai absis dan periode atau waktu sebagai ordinat. Di bagian paling kanan *bar chart* dibuat skala 0-100 untuk kumulatif bobot

biaya sementara di bagian bawah *bar chart* sebagai absis waktu.



Gambar 2.36 Kurva S

(Sumber : Widiasanti, 2013)

2.10 Pengendalian Mutu

Pekerjaan pengendalian mutu merupakan serangkaian tindakan sepanjang siklus proyek mulai dari penyusunan program, perencanaan, pengawasan, pemeriksaan, dan pengendalian mutu agar instalasi yang dibangun atau produk yang dihasilkan yang terdiri dari komponen peralatan dan material dapat memenuhi semua persyaratan yang ditentukan dalam kriteria spesifikasi.

2.10.1 Beton Ready Mix

Kontrol mutu beton disini dilakukan saat beton *ready mix* tiba di lokasi proyek. Sebelum pekerjaan struktur beton dimulai, beton *ready mix* dievaluasi terlebih dahulu untuk mendapatkan proporsi campuran yang menghasilkan kuat tekan target beton sesuai yang diisyaratkan. Pengujian yang dilakukan terdiri dari slump test dan diambil sampel untuk benda uji test kuat tekan beton di laboratorium. Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 5.6.2 tentang evaluasi pengujian yaitu :

- I. Benda uji untuk uji kekuatan setiap mutu beton yang di cor setiap hari harus diambil dari tidak kurang dari sekali sehari, atau tidak kurang dari sekali untuk setiap

- 110 m³ beton, atau tidak kurang dari sekali untuk setiap 460 m² luasan permukaan lantai atau dinding.
- II. Pada suatu pekerjaan pengecoran, jika volume total adalah sedemikian hingga frekuensi pengujian yang disyaratkan oleh poin I hanya akan menghasilkan jumlah uji kekuatan beton kurang dari lima untuk suatu mutu beton, maka benda uji harus diambil dari paling sedikit lima adukan yang dipilih secara acak atau dari masing-masing adukan bilamana jumlah adukan yang digunakan adalah kurang dari lima.
 - III. Jika volume total dari suatu mutu beton yang digunakan kurang dari 38 m³, maka pengujian kekuatan tekan tidak perlu dilakukan bila bukti terpenuhinya kekuatan tekan diserahkan dan disetujui oleh pengawas lapangan.
 - IV. Suatu uji kekuatan tekan harus merupakan nilai kekuatan tekan rata-rata dari paling sedikit dua silinder 150 x 300 mm atau paling sedikit tiga silinder 100 x 200 mm yang dibuat dari adukan beton yang samadan diuji pada umur beton 28 hari atau pada umur uji yang ditetapkan untuk penentuan f'c.
- Uji Slump
- Berdasarkan SNI 1972:2008. Pelaksanaan uji slump ini bertujuan untuk mengetahui *workability* atau kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran beton, tingkat kemudahan pekerjaan beton sangat berkaitan erat dengan keenceran adukan beton tersebut. Makin cair kondisi beton segar, maka akan semakin mudah dalam pengjerjaannya, selain itu juga bertujuan untuk menghindari terjadinya *bleeding* atau pemisahan air.
- Pengujian slump ini dilakukan dengan menggunakan corong konus yang terbuat dari baja.

Corong ini mempunyai dimensi diameter bawah 20 cm dan diameter atas 10 cm, serta tinggi 30 cm. Proses pengujian slump ini adalah dengan cara memasukkan sampel beton *ready mix* ke dalam corong dengan tiga tahap pengisian, setiap pengisian sekitar sepertiga bagian dari tinggi slump kemudian dilakukan penumbukan sebanyak 25 kali secara merata setiap kali pengisian. Begitu seterusnya sampai sepertiga terakhir kemudian diratakan menggunakan alat penumbuknya, setelah itu corong konus diangkat pelan-pelan secara vertikal. Cara menghitung nilai slump adalah meletakkan corong disamping adukan slump secara terbalik dan meletakkan tongkat penumbuk secara horizontal diatas corong dan adukan slump. Dari situ dapat diamati nilai slump dengan menggunakan alat ukur seperti meteran atau penggaris.

Apabila nilai slump dibawah atau diatas nilai yang dipersyaratkan sesuai dengan RKS maka pengawas berhak untuk tidak menyetujui beton *ready mix* tersebut. Dan jika nilai slump beton memenuhi syarat, maka selanjutnya beton *ready mix* dapat digunakan untuk pengecoran beton.

- Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan ini didasarkan pada peraturan SNI 03-1974-1990 yang dilakukan dengan pengambilan benda uji yang diambil dari *truck mixer*. Untuk satu *truck mixer* diambil 4 benda uji berbentuk silinder dengan cetakan yang terbuat dari besi ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Setelah cetakan diisi dengan beton, kemudian diberi nama dan tanggal pembuatan

benda uji. Benda uji ini akan dilakukan pengujian kuat tekan di laboratorium pada usia 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Proses pengujian beton dimulai dengan meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris, lalu jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm^2 per detik. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji , dan terakhir gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimum 2 benda uji atau sesuai dengan peraturan yang dijelaskan sebelumnya.

Jika hasil kuat tekan beton dari laboratorium memenuhi syarat maka pekerjaan konstruksi beton sudah benar, tetapi jika ternyata mutu beton tidak masuk atau dibawah persyaratan maka selanjutnya dilakukan *hammer test* dan *coredril* secara acak atau random. Jika hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa kuat tekan target beton tidak memenuhi syarat maka beton *ready mix* tersebut tidak dapat digunakan dan harus dikirim beton *ready mix* yang sesuai dengan perencanaan.

2.10.2 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah proses pengecoran, bekisting pada setiap elemen terus dilakukan pemantauan. Perawatan Beton didasarkan pada SNI 03-2847-2002 :

- 1) Beton (selain beton kuat awal tinggi) harus dirawat pada suhu di atas 10°C dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 7 hari setelah pengecoran, kecuali jika dirawat menurut 7.11(3).

- 2) Beton kuat awal tinggi harus dirawat pada suhu di atas 10°C dan dalam kondisi lembab untuk sekurang-kurangnya selama 3 hari pertama kecuali jika dirawat menurut 7.11(3).
- 3) Perawatan dipercepat
 - Perawatan dengan uap bertekanan tinggi, penguapan pada tekanan atmosfir, panas dan lembab, atau proses lainnya yang dapat diterima, dapat dilakukan untuk mempercepat peningkatan kekuatan dan mengurangi waktu perawatan.
 - Percepatan waktu perawatan harus memberikan kuat tekan beton pada tahap pembebanan yang ditinjau sekurang-kurangnya sama dengan kuat rencana perlu pada tahap pembebanan tersebut.
 - Proses perawatan harus sedemikian hingga beton yang dihasilkan mempunyai tingkat keawetan paling tidak sama dengan yang dihasilkan oleh metode perawatan pada 7.11(1) atau 7.11(2).
- 4) Bila diperlukan oleh pengawas lapangan, maka dapat dilakukan penambahan uji kuat tekan beton sesuai dengan 7.6(4) untuk menjamin bahwa proses perawatan yang dilakukan telah memenuhi persyaratan.

2.10.3 Perawatan Bekisting

Untuk pengecekan bekisting dimulai dari cetakan, pembersihan cetakan, dan pembongkaran cetakan. Semua itu didasarkan pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971 :

- Desain cetakan harus menghasilkan struktur akhir yang memenuhi bentuk, garis, dan dimensi komponen struktur seperti yang telah direncanakan.
- Pengecekan terhadap kekuatan bekisting dilakukan agar bekisting tersebut dapat menahan beban dan tekanan yang diakibatkan oleh kekuatan beton

tersebut. Pada pengecekan kekuatan bekisting ini juga disesuaikan dengan hasil cek lendutan bekisting.

- Pembersihan bekisting dilakukan dengan menyemprotkan air pada bekisting untuk menghilangkan sisa-sisa kawat bendar atau kotoran lainnya yang apabila sampai tercampur dengan beton akan mengurangi kualitas beton.
- Pembongkaran cetakan harus dengan cara sedemikian rupa agar tidak mengurangi keamanan dan kemampuan layan struktur. Beton yang akan terpapar dengan adanya pembongkaran cetakan harus memiliki kekuatan yang cukup yang tidak akan rusak oleh pelaksanaan pembongkaran.

2.10.4 Perawatan Tulangan

Pengecekan tulangan dilakukan berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 7. Pengecekan tulangan meliputi : dimensi tulangan utama dan sengkang, ukuran kait dan bengkokan, jumlah tulangan, jarak antar tulangan, jarak sengkang, sambungan lewat antar tulangan, dan ketebalan beton decking harus sesuai dengan standar gambar yang telah direncanakan.

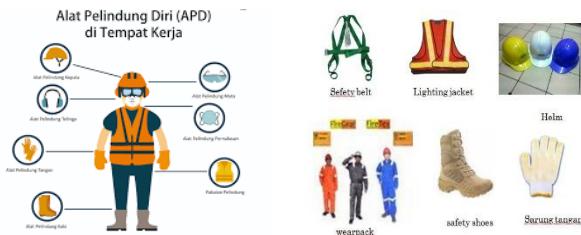
2.11 Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi (K3)

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi yang selanjutnya disingkat K3 Konstruksi adalah kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi [3]. Setiap proyek konstruksi harus benar-benar menjaga keselamatan dan kesehatan kerja seluruh pekerja. Apabila keselamatan dan kesehatan kerja (K3) diabaikan oleh proyek konstruksi maka dapat menimbulkan resiko berupa keselamatan pekerja, kerusakan harta benda, dan lain-lain. Untuk pembiayaan Sistem Manajemen K3 berdasarkan Surat Edaran Menteri Nomor 66/SE/M/2015, dimana

mencakup PerMen PUPR 05/PRT/M/2014 dan PerMen PUPR 02/PRT/M/2018.

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam K3 khususnya sebelum memasuki area konstruksi adalah mendapatkan *safety induction* oleh staff K3. *Safety Induction* berguna untuk mengenalkan kepada setiap orang yang baru pertama kali terlibat dalam proyek agar mengetahui kondisi yang ada di lapangan dan aturan yang harus dipatuhi untuk menghindari resiko bahaya yang ada. Selain itu, sebelum memulai pekerjaan para pekerja yang terlibat dalam proyek konstruksi harus mengikuti *safety talk / toolbox meeting*. Hal ini bertujuan untuk memberi pengarahan pada pekerja untuk selalu memperhatikan aspek K3 di setiap pekerjaan sehingga dapat menghindari dan mengurangi terjadinya kecelakaan kerja.

Aspek K3 yang harus ada di area konstruksi adalah memasang aturan dan rambu-rambu K3 agar dipatuhi seluruh pekerja pada saat berada di lokasi proyek konstruksi. Selain itu aspek K3 lain yang dapat diterapkan adalah APD (Alat Pelindung Diri) yang wajib digunakan oleh para pekerja selama berada di area proyek konstruksi yang berfungsi untuk melindungi pekerja dari potensi bahaya berupa benturan benda tajam, percikan benda kecil, dan lain-lain.



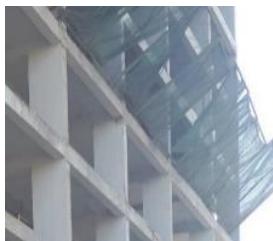
Gambar 2. 37 Alat Pelindung Diri

(Sumber : <http://yankees.kemkes.go.id/> [Diakses pada 9 November 2019])

Adapun beberapa fasilitas *safety* yang harus disediakan. Hal ini bertujuan untuk menghindari bahaya yang sewaktu-waktu dapat terjadi selama bekerja di area konstruksi. Berikut adalah fasilitas *safety* yang tersedia di proyek yaitu :

1. *Safety Net*

Safety net adalah jaring yang digunakan untuk mengamankan konstruksi sebuah bangunan atau proyek dari tumpahan material bangunan yang dapat membahayakan orang lain di sekitarnya. Selain itu *safety net* juga berfungsi untuk menjaga keselamatan para pekerja proyek bangunan. *Safety net* terbuat dari bahan poly net yang tebal dan sangat kuat untuk menahan beban berat.



Gambar 2. 38 Safety Net

2. *Safety Railing*

Safety Railing digunakan untuk pengamanan area tepi struktur gedung agar seluruh pekerja dalam posisi aman.



Gambar 2. 39 *Safety Railing*

BAB III

METODOLOGI

3.1 Umum

Untuk merencanakan suatu pekerjaan diperlukan tahapan – tahapan atau metodologi yang jelas agar tujuan yang ada dapat tercapai. Data yang diperoleh kemudian diolah, setelah itu dilakukan analisa untuk menyelesaikan masalah yang ada.

Metodologi ini dimulai dari perumusan masalah yang ada sesuai dengan latar belakang. Dilanjutkan dengan pengumpulan data dalam menunjang pekerjaan. Selanjutnya melakukan pengolahan data untuk menyelesaikan masalah yang ada. Kemudian dapat disimpulkan sesuai dengan permasalahan yang ada.

3.2 Uraian Metodologi

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

3.2.1 Perumusan Masalah

Sebelum mengerjakan proyek akhir ini, harus memahami permasalahan yang akan dibahas. Hal ini berguna agar hasil dari proyek akhir ini tidak menyimpang dari permasalahan yang akan dibahas.

3.2.2 Pengumpulan Data

Untuk mengetahui waktu dan biaya pelaksanaan proyek memerlukan suatu acuan yang berupa data. Pengumpulan data dibagi dua yaitu :

3.2.2.1 Data Primer

- ❖ Survey Lapangan
 - Harga bahan dan material
 - Spesifikasi alat berat
 - Harga sewa alat berat

- Harga upah pekerja

3.2.2.2 Data Sekunder

- ❖ Gambar Kerja
 - Gambar struktur pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik
 - Gambar arsitektur pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik
- ❖ Referensi Buku
 - Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan (cara modern) karangan Ir. A. Soedrajat, 1984
 - Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan Dengan Menggunakan Alat – Alat Berat karangan Rochmanhadi 1985
 - Manajemen Proyek karangan Iman Soeharto, 1999

3.2.3 Pengolahan Data

Pada tahap ini, data yang diperoleh akan diolah untuk mencapai tujuan awal dari proyek akhir ini. Tahapan pengolahan data merupakan sebagai berikut :

3.2.3.1 Penyusunan Rincian Item Pekerjaan dengan membuat Work Breakdown Structure (WBS)

Sebelum melakukan perhitungan, perencana membuat rincian (pengelompokan) pekerjaan apa saja yang akan dihitung. Rincian tersebut dapat dilakukan dengan membuat *Work Breakdown Structure* (WBS).

Work Breakdown Structure (WBS) adalah suatu metode pengorganisasian proyek menjadi struktur pelaporan hierarkis. WBS digunakan untuk melakukan *breakdown* atau memecahkan tiap proses pekerjaan menjadi lebih detail. WBS disusun berdasarkan dasar pembelajaran seluruh dokumen proyek yang meliputi kontrak, gambar-gambar, dan spesifikasi proyek. Kemudian diuraikan menjadi bagian-bagian dengan

mengikuti pola struktur dan hierarki tertentu menjadi item-item pekerjaan yang cukup terperinci.

Rincian pekerjaan yaitu sebagai berikut :

- a) Pekerjaan Persiapan
 - Pekerjaan pembersihan lahan.
 - Pekerjaan pemagaran lokasi proyek.
 - Pekerjaan pengukuran atau *uitzet*.
 - Pekerjaan *bouwplank*.
- b) Pekerjaan Tanah
 - Pekerjaan galian.
 - Pekerjaan urugan
- c) Pekerjaan Beton
 - Pekerjaan Struktur Bawah
 - Pekerjaan *bore pile*
 - Pekerjaan *pile cap*
 - Pekerjaan *raft foundation*
 - Pekerjaan Struktur Atas
 - Pekerjaan kolom
 - Pekerjaan balok
 - Pekerjaan *shearwall*
 - Pekerjaan tangga
 - Pekerjaan *half slab precast*

3.2.3.2 Perhitungan Volume Pekerjaan

Pada tahap ini dilakukan perhitungan volume setiap pekerjaan struktur agar dapat merencanakan waktu dan biaya pelaksanaan.

3.2.3.3 Menentukan Kebutuhan Sumber Daya

Penyusunan kebutuhan sumber daya akan ditentukan dengan penentuan kebutuhan yang meliputi kebutuhan bahan (material), tenaga, dan peralatan.

3.2.3.4 Menghitung Produktivitas Pekerjaan

Perhitungan produktivitas pekerjaan dilakukan dengan menghitung kapasitas tenaga kerja serta menghitung kapasitas produksi suatu alat.

3.2.3.5 Perhitungan Waktu atau Durasi Pelaksanaan

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

3.2.3.6 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Menganalisa koefisien berdasarkan studi literature yang dipilih sesuai dengan kondisi lapangan dan menganalisa harga satuan pekerjaan berdasarkan :

1. Harga analisa koefisien yang telah ditentukan
2. Harga upah pekerja
3. Harga sewa alat berat
4. Harga material
5. Menghitung Rencana Anggaran Pelaksanaan (RAP)

3.2.3.7 Penyusunan Penjadwalan (Barchart dan Kurva S)

Pada tahap ini dilakukan penjadwalan dengan membuat *bar chart* yang kemudian dihitung bobot per item pekerjaannya sehingga dapat membentuk diagram kurva S yang berfungsi untuk pemantauan pelaksanaan proyek.

Kemudian didapatkan susunan network planning yang dibantu dengan aplikasi *Microsoft Project*.

3.2.3.8 Hasil dan Pembahasan

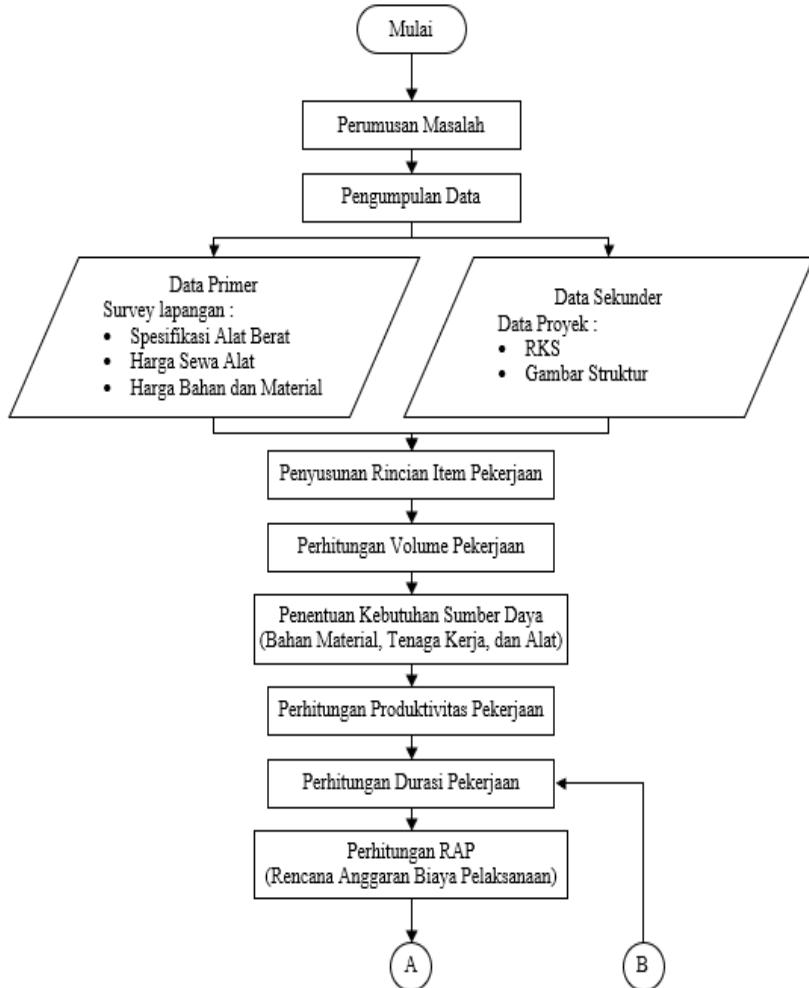
Perhitungan waktu pelaksanaan serta perhitungan anggaran biaya pelaksanaan pekerjaan struktur.

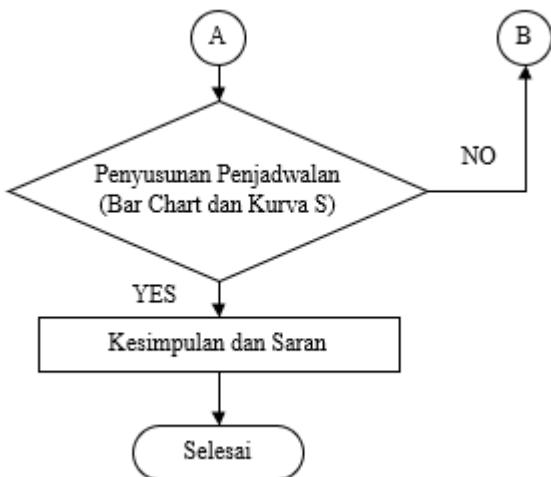
3.2.4 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisa tersebut diperoleh hasil perhitungan berdasarkan Ir. Soedrajat S, Analisa (cara modern) perhitungan waktu penjadwalan proyek dan

anggaran biaya pelaksanaan dimana penulis sebagai perencana.

3.3 Flowchart





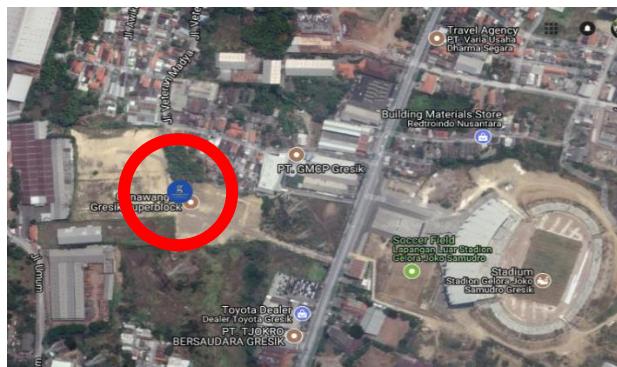
Gambar 3. 1 *Flowchart* Metodologi

BAB IV DATA PROYEK

4.1 Data Umum Proyek

Data umum proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik yang dibahas dalam proyek akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Nama Proyek : Gedung Apartemen Gunawangsa
2. Lokasi Proyek : JL. Veteran No. 194 Gending Wetan, Singosari, Kebomas, Kabupaten Gresik, Jawa Timur 61123



Gambar 4. 1 Lokasi Proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa

(Sumber : maps.google.com [Diakses pada 25 Januari 2020])

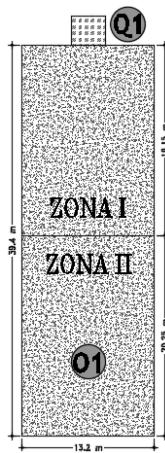
3. Pemilik Proyek : PT. Gunawangsa Putra Perkasa
4. Kontraktor Pelaksana : PT. PP (Persero) Tbk.
5. Spesifikasi Bangunan :
 - a) Luas Lahan Total : 988 x 391 m

- b) Luas Lahan Per Tower : $13,2 \times 39,4$ m
- c) Jumlah Lantai Eksisting :
 - 15 Lantai + Atap (Tower A)
 - 15 Lantai + Atap (Tower B)
 - 15 Lantai + Atap (Tower C)
 - 15 Lantai + Atap (Tower D)
- d) Jumlah Unit : 250 Unit (tiap Tower)

4.2 Data Fisik Bangunan

4.2.1 Pembagian Zona

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



Gambar 4. 2 Pembagian Zona Pekerjaan

4.2.2 Data Bangunan

1. Pondasi *Bore Pile*

Tabel 4. 1 Data Pondasi *Bore Pile*

Zona	No	Tipe	Dimensi		Jumlah
			Diameter	Kedalaman	
			m	m	
1	1	BP1	0.600	12.000	23
	2	BP2	0.800	12.000	10
Jumlah Zona 1					33
2	1	BP1	0.600	12.000	24
	2	BP2	0.800	12.000	6
Jumlah Zona 2					30
Jumlah Total					63

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

2. *Pile Cap*

Tabel 4. 2 Data *Pile Cap*

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah
			Panjang	Lebar	Kedalaman	
			m	m	m	
1	1	PC1	1.350	1.350	1	7
	2	PC2	1.350	3.150	1	7
	3	PC3	1.350	2.700	1	1
	4	PC4	1.800	1.800	1.200	10
Jumlah Zona 1					25	
2	1	PC1	1.350	1.350	1	12
	2	PC2	1.350	3.150	1	6
	3	PC3	1.350	2.700	1	0
	4	PC4	1.800	1.800	1.200	6
Jumlah Zona 2					24	
Jumlah Total					49	

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

3. Raft Foundation

Tabel 4. 3 Data Raft Foundation

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah
			Panjang	Lebar	Tebal	
			m	m	m	
1	1	-	14.900	19.675	0.400	1
			14.900	20.775	0.400	
Jumlah Total						1

(Sumber : Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik)

4. Kolom

Tabel 4. 4 Data Kolom Lantai 1

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah
			Panjang	Lebar	Tinggi	
			m	m	m	
Lantai 1						
1	1	K1	0.300	1.000	3.200	6
	2	K2	0.300	0.900	3.200	14
	3	K3	0.300	0.900	3.200	0
	4	K4	0.300	0.600	3.200	2
Jumlah Zona 1						22
2	1	K1	0.300	1.000	3.200	6
	2	K2	0.300	0.900	3.200	9
	3	K3	0.300	0.900	3.200	0
	4	K4	0.300	0.600	3.200	5
Jumlah Zona 2						20
Jumlah Total						42

(Sumber : Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik)

Tabel 4. 5 Data Kolom Lantai 2-7

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			Panjang m	Lebar m	Tinggi m		
Lantai 2-7							
1	1	K1	0.300	1.000	2.800	0	0
	2	K2	0.300	0.900	2.800	20	120
	3	K3	0.300	0.900	2.800	0	0
	4	K4	0.300	0.600	2.800	1	6
Jumlah Zona 1						21	126
2	1	K1	0.300	1.000	2.800	0	0
	2	K2	0.300	0.900	2.800	16	96
	3	K3	0.300	0.900	2.800	0	0
	4	K4	0.300	0.600	2.800	3	18
Jumlah Zona 2						19	114
Jumlah Total						40	240

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

Tabel 4. 6 Data Kolom Lantai 8-9

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			Panjang m	Lebar m	Tinggi m		
Lantai 8-9							
1	1	K1	0.300	1.000	2.800	0	0
	2	K2	0.300	0.900	2.800	0	0
	3	K3	0.300	0.900	2.800	20	40
	4	K4	0.300	0.600	2.800	1	2
Jumlah Zona 1						21	42
2	1	K1	0.300	1.000	2.800	0	0
	2	K2	0.300	0.900	2.800	0	0
	3	K3	0.300	0.900	2.800	16	32
	4	K4	0.300	0.600	2.800	3	6
Jumlah Zona 2						19	38
Jumlah Total						40	80

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

5. Shearwall

Tabel 4. 7 Data Shearwall Lantai 1

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah	
			Panjang	Lebar	Tinggi		
			m	m	m		
Lantai 1							
1	1	SW1-1	0.150	4.800	3.200	1	
	2	SW1-2	0.150	2.600	3.200		
	3	SW1-3	0.150	4.800	3.200		
Jumlah Zona 1							
2	1	SW2-1	0.150	5.150	3.200	1	
	2	SW2-2	0.150	2.700	3.200		
	3	SW2-3	0.150	5.150	3.200		
Jumlah Zona 2							
Jumlah Total							

(Sumber : Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik)

Tabel 4. 8 Data Shearwall Lantai 2-7

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah	
			Panjang	Lebar	Tinggi			
			m	m	m			
Lantai 2-7								
1	1	SW1-1	0.150	4.800	2.800	1	6	
	2	SW1-2	0.150	2.600	2.800			
	3	SW1-3	0.150	4.800	2.800			
Jumlah Zona 1							1	
2	1	SW2-1	0.150	5.150	2.800	1	6	
	2	SW2-2	0.150	2.700	2.800			
	3	SW2-3	0.150	5.150	2.800			
Jumlah Zona 2							1	
Jumlah Total							2	

(Sumber : Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik)

Tabel 4. 9 Data Shearwall Lantai 8-9

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah		
			Panjang m	Lebar m	Tinggi m				
Lantai 8-9									
1	1	SW1-1	0.150	4.800	2.800	1	2		
	2	SW1-2	0.150	2.600	2.800				
	3	SW1-3	0.150	4.800	2.800				
Jumlah Zona 1									
2	1	SW2-1	0.150	5.150	2.800	1	2		
	2	SW2-2	0.150	2.700	2.800				
	3	SW2-3	0.150	5.150	2.800				
Jumlah Zona 2									
Jumlah Total									
						1	2		
						2	4		

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

6. Balok

Tabel 4. 10 Data Balok Lantai 2-7

Zona	No	Tipe	Dimensi		Jumlah per Lantai	Jumlah
			b m	h m		
Lantai 2-7						
1	1	B1	0.250	0.500	3	18
	2	B2	0.250	0.400	54	324
	3	B3	0.150	0.300	35	210
Jumlah Zona 1						552
2	1	B1	0.250	0.500	4	24
	2	B2	0.250	0.400	47	282
	3	B3	0.150	0.300	32	192
Jumlah Zona 2						498
Jumlah Total						1050

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

Tabel 4. 11 Data Balok Lantai 8-10

Zona	No	Tipe	Dimensi		Jumlah per Lantai	Jumlah
			b	h		
			m	m	bh	
Lantai 8-10						
1	1	B1	0.250	0.500	3	9
	2	B2	0.250	0.400	54	162
	3	B3	0.150	0.300	35	105
Jumlah Zona 1					92	276
2	1	B1	0.250	0.500	4	12
	2	B2	0.250	0.400	47	141
	3	B3	0.150	0.300	32	96
Jumlah Zona 2					83	249
Jumlah Total					175	525

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

7. Half Slab Precast

Tabel 4. 12 Data Half Slab Precast Lantai 2-7

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			b	h	Tebal		
			m	m	m	bh	
Lantai 2-7							
1	1	A1	1.875	4.175	0.070	2	12
	2	A2	2.000	4.175	0.070	2	12
	3	A3	1.275	3.475	0.070	8	48
	4	A4	1.300	4.175	0.070	1	6
	5	A5	4.025	2.625	0.070	1	6
	6	A6	1.275	2.225	0.070	1	6
	7	A7	1.100	4.238	0.070	1	6
	8	A8	1.275	2.225	0.070	1	6
	9	A8A	1.275	2.225	0.070	1	6
	10	A9	4.025	2.600	0.070	2	12
	11	A10	1.875	4.325	0.070	1	6
	12	A11	2.000	4.325	0.070	1	6
	13	A12	1.300	4.250	0.070	3	18
	14	A13	2.000	4.250	0.070	5	30
	15	A14	1.875	4.250	0.070	5	30
	16	A15	4.025	2.175	0.070	0	0
	17	A16	1.100	4.194	0.070	0	0
	18	A17	1.277	2.167	0.070	0	0
	19	A18	1.277	2.282	0.070	0	0
	20	A19	1.100	4.281	0.070	0	0
	21	A20	4.025	2.685	0.070	0	0
	22	A21	1.275	2.225	0.070	0	0
Jumlah Zona 1					35	210	

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			b m	h m	Tebal m		
1	1	A1	1.875	4.175	0.070	2	12
	2	A2	2.000	4.175	0.070	2	12
	3	A3	1.275	3.475	0.070	4	24
	4	A4	1.300	4.175	0.070	1	6
	5	A5	4.025	2.625	0.070	0	0
	6	A6	1.275	2.225	0.070	0	0
	7	A7	1.100	4.238	0.070	0	0
	8	A8	1.275	2.225	0.070	1	6
	9	A8A	1.275	2.225	0.070	1	6
	10	A9	4.025	2.600	0.070	4	24
	11	A10	1.875	4.325	0.070	0	0
	12	A11	2.000	4.325	0.070	0	0
	13	A12	1.300	4.250	0.070	1	6
	14	A13	2.000	4.250	0.070	2	12
	15	A14	1.875	4.250	0.070	2	12
	16	A15	4.025	2.175	0.070	1	6
	17	A16	1.100	4.194	0.070	1	6
	18	A17	1.277	2.167	0.070	1	6
	19	A18	1.277	2.282	0.070	1	6
	20	A19	1.100	4.281	0.070	1	6
	21	A20	4.025	2.685	0.070	1	6
	22	A21	1.275	2.225	0.070	1	6
Jumlah Zona 2						27	162
Jumlah Total						62	372

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

Tabel 4. 13 Data Half Slab Precast Lantai 8-10

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			b m	h m	Tebal m		
Lantai 8-10							
1	1	A1	1.875	4.175	0.070	2	6
	2	A2	2.000	4.175	0.070	2	6
	3	A3	1.275	3.475	0.070	8	24
	4	A4	1.300	4.175	0.070	1	3
	5	A5	4.025	2.625	0.070	1	3
	6	A6	1.275	2.225	0.070	1	3
	7	A7	1.100	4.238	0.070	1	3
	8	A8	1.275	2.225	0.070	1	3
	9	A8A	1.275	2.225	0.070	1	3
	10	A9	4.025	2.600	0.070	2	6
	11	A10	1.875	4.325	0.070	1	3
	12	A11	2.000	4.325	0.070	1	3
	13	A12	1.300	4.250	0.070	3	9
	14	A13	2.000	4.250	0.070	5	15
	15	A14	1.875	4.250	0.070	5	15
	16	A15	4.025	2.175	0.070	0	0
	17	A16	1.100	4.194	0.070	0	0
	18	A17	1.277	2.167	0.070	0	0
	19	A18	1.277	2.282	0.070	0	0
	20	A19	1.100	4.281	0.070	0	0
	21	A20	4.025	2.685	0.070	0	0
	22	A21	1.275	2.225	0.070	0	0
Jumlah Zona 1						35	105

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			b	h	Tebal		
			m	m	m	bh	
2	1	A1	1.875	4.175	0.070	2	6
	2	A2	2.000	4.175	0.070	2	6
	3	A3	1.275	3.475	0.070	4	12
	4	A4	1.300	4.175	0.070	1	3
	5	A5	4.025	2.625	0.070	0	0
	6	A6	1.275	2.225	0.070	0	0
	7	A7	1.100	4.238	0.070	0	0
	8	A8	1.275	2.225	0.070	1	3
	9	A8A	1.275	2.225	0.070	1	3
	10	A9	4.025	2.600	0.070	4	12
	11	A10	1.875	4.325	0.070	0	0
	12	A11	2.000	4.325	0.070	0	0
	13	A12	1.300	4.250	0.070	1	3
	14	A13	2.000	4.250	0.070	2	6
	15	A14	1.875	4.250	0.070	2	6
	16	A15	4.025	2.175	0.070	1	3
	17	A16	1.100	4.194	0.070	1	3
	18	A17	1.277	2.167	0.070	1	3
	19	A18	1.277	2.282	0.070	1	3
	20	A19	1.100	4.281	0.070	1	3
	21	A20	4.025	2.685	0.070	1	3
	22	A21	1.275	2.225	0.070	1	3
Jumlah Zona 2					27	81	
Jumlah Total					62	186	

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

8. Pelat Lantai *Overtopping*

Tabel 4. 14 Data Pelat Lantai *Overtopping* Lantai 2-7

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			b	h	Tebal		
			m	m	m	bh	
Lantai 2-7							
1	1	A1	1.875	4.175	0.05	2	12
	2	A2	2	4.175	0.05	2	12
	3	A3	1.275	3.475	0.05	8	48
	4	A4	1.3	4.175	0.05	1	6
	5	A5	4.025	2.625	0.05	1	6
	6	A6	1.275	2.225	0.05	1	6
	7	A7	11	5.35	0.05	1	6
	8	A8	1.275	2.225	0.05	1	6
	9	A8A	0.625	0.375	0.12	1	6
	10	A9	4.025	2.6	0.05	2	12
	11	A10	1.875	4.325	0.05	1	6
	12	A11	2	4.325	0.05	1	6
	13	A12	1.3	4.25	0.05	3	18
	14	A13	2	4.25	0.05	5	30
	15	A14	1.875	4.25	0.05	5	30
	16	A15	4.525	2.175	0.05	0	0
	17	A16	1.102	5.21	0.05	0	0
	18	A17	1.277	2.167	0.05	0	0
	19	A18	0.625	0.375	0.12	0	0
	20	A19	1.102	5.489	0.05	0	0
	21	A20	4.025	2.685	0.05	0	0
	22	A21	1.275	2.225	0.05	0	0
Jumlah Zona 1					35	210	

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			b m	h m	Tebal m		
2	1	A1	1.875	4.175	0.05	2	12
	2	A2	2	4.175	0.05	2	12
	3	A3	1.275	3.475	0.05	4	24
	4	A4	1.3	4.175	0.05	1	6
	5	A5	4.025	2.625	0.05	0	0
	6	A6	1.275	2.225	0.05	0	0
	7	A7	0.575	0.406	0.12	0	0
	8	A8	1.275	2.225	0.05	1	6
	9	A8A	0.625	0.375	0.12	1	6
	10	A3	4.025	2.6	0.05	4	24
	11	A10	1.875	4.325	0.05	0	0
	12	A11	2	4.325	0.05	0	0
	13	A12	1.3	4.25	0.05	1	6
	14	A13	2	4.25	0.05	2	12
	15	A14	1.875	4.25	0.05	2	12
	16	A15	4.525	2.175	0.05	1	6
	17	A16	1.102	5.21	0.05	1	6
	18	A17	0.625	0.375	0.12	1	6
	19	A18	1.277	2.282	0.05	1	6
	20	A19	1.102	5.483	0.05	1	6
	21	A20	4.025	2.685	0.05	1	6
	22	A21	1.275	2.225	0.05	1	6
Jumlah Zona 2						27	162
Jumlah Total						62	372

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik)*

Tabel 4. 15 Data Pelat Lantai *Overtopping* Lantai 8-10

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			b m	h m	Tebal m		
Lantai 8-10							
1	1	A1	1.875	4.175	0.05	2	6
	2	A2	2	4.175	0.05	2	6
	3	A3	1.275	3.475	0.05	8	24
	4	A4	1.3	4.175	0.05	1	3
	5	A5	4.025	2.625	0.05	1	3
	6	A6	1.275	2.225	0.05	1	3
	7	A7	0.575	0.406	0.12	1	3
	8	A8	1.275	2.225	0.05	1	3
	9	A8A	0.625	0.375	0.12	1	3
	10	A3	4.025	2.6	0.05	2	6
	11	A10	1.875	4.325	0.05	1	3
	12	A11	2	4.325	0.05	1	3
	13	A12	1.3	4.25	0.05	3	9
	14	A13	2	4.25	0.05	5	15
	15	A14	1.875	4.25	0.05	5	15
	16	A15	4.525	2.175	0.05	0	0
	17	A16	1.102	5.21	0.05	0	0
	18	A17	0.625	0.375	0.12	0	0
	19	A18	1.277	2.282	0.05	0	0
	20	A19	1.102	5.483	0.05	0	0
	21	A20	4.025	2.685	0.05	0	0
	22	A21	1.275	2.225	0.05	0	0
Jumlah Zona 1						35	105

Zona	No	Tipe	Dimensi			Jumlah per Lantai	Jumlah
			b m	h m	Tebal m		
2	1	A1	1.875	4.175	0.05	2	6
	2	A2	2	4.175	0.05	2	6
	3	A3	1.275	3.475	0.05	4	12
	4	A4	1.3	4.175	0.05	1	3
	5	A5	4.025	2.625	0.05	0	0
	6	A6	1.275	2.225	0.05	0	0
			0.575	0.406	0.12		
	7	A7	11	5.35	0.05	0	0
	8	A8	1.275	2.225	0.05	1	3
			0.625	0.375	0.12		
	9	A8A	1.275	2.225	0.05	1	3
			0.625	0.375	0.12		
	10	A9	4.025	2.6	0.05	4	12
	11	A10	1.875	4.325	0.05	0	0
	12	A11	2	4.325	0.05	0	0
	13	A12	1.3	4.25	0.05	1	3
	14	A13	2	4.25	0.05	2	6
	15	A14	1.875	4.25	0.05	2	6
	16	A15	4.525	2.175	0.05	1	3
	17	A16	1.102	5.21	0.05	1	3
	18	A17	1.277	2.167	0.05	1	3
			0.625	0.375	0.12		
	19	A18	1.277	2.282	0.05	1	3
			0.625	0.375	0.12		
	20	A19	1.102	5.489	0.05	1	3
	21	A20	4.025	2.685	0.05	1	3
	22	A21	1.275	2.225	0.05	1	3
Jumlah Zona 2					27	81	
Jumlah Total					62	186	

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

4.2.3 Data Mutu Struktur Bangunan

Tabel 4. 16 Data Mutu Struktur Bangunan

No	Elemen	Material
1	Pondasi Bore Pile	K-350
2	Pilecap	K-350
3	Raft Foundation	K-350
4	Kolom Lantai 1	K-500
	Kolom Lantai 2-9	K-400
5	Shearwall	K-300
6	Balok	K-350
7	Half Slab Precast	K-300
8	Pelat Lantai	K-350
9	Tangga	K-300

(Sumber : *Shop Drawing Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik*)

4.3 Data Perhitungan Volume Pekerjaan

Dari tata cara perhitungan volume tiap pekerjaan yang tertera pada Bab II, maka didapatkan rekapitulasi volume pekerjaan pada pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik adalah sebagai berikut :

Tabel 4. 17 Rekapitulasi Perhitungan Volume

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
I	PEKERJAAN PERSIAPAN		
I.1	Pembersihan Lahan	11774.266	m ²
I.2	Pemagarahan Lokasi Proyek	533.362	m
I.3	Pengukuran atau <i>Uitzet</i>	11774.266	m ²
I.4	<i>Bouwplank</i>	105	m
I.5	Direksi Keet	114.803	m ³
II	PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH		
II.1	PEKERJAAN PONDASI		
II.1.1	Pengeboran <i>Bore Pile</i> Zona 1	138.356	m ³
II.1.2	Pengeboran <i>Bore Pile</i> Zona 2	117.621	m ³
II.1.3	Pengangkutan Hasil Pengeboran <i>Bore Pile</i> Zona 1	138.356	m ³
II.1.4	Pengangkutan Hasil Pengeboran <i>Bore Pile</i> Zona 2	117.621	m ³
II.1.5	Fabrikasi Besi <i>Bore Pile</i> Zona 1	14521.024	kg
II.1.6	Fabrikasi Besi <i>Bore Pile</i> Zona 2	12359.858	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
II.1.7	Pasang Besi <i>Bore Pile</i> Zona 1	14521.024	kg
II.1.8	Pasang Besi <i>Bore Pile</i> Zona 2	12359.858	kg
II.1.9	Pengecoran <i>Bore Pile</i> Zona 1	136.506	m ³
II.1.10	Pengecoran <i>Bore Pile</i> Zona 2	116.047	m ³
II.1.11	Potong Kepala Pondasi <i>Bore Pile</i> Zona 1	12.535	m ³
II.1.12	Potong Kepala Pondasi <i>Bore Pile</i> Zona 2	10.405	m ³
II.2	PEKERJAAN PILE CAP		
II.2.1	Galian <i>Pile Cap</i> Zona 1	89.914	m ³
II.2.2	Galian <i>Pile Cap</i> Zona 2	77.212	m ³
II.2.3	Urugan Pasir Bawah <i>Pile Cap</i> Zona 1	11.786	m ³
II.2.4	Urugan Pasir Bawah <i>Pile Cap</i> Zona 2	10.024	m ³
II.2.5	Pengecoran Lantai Kerja <i>Pile Cap</i> Zona 1	3.929	m ³
II.2.6	Pengecoran Lantai Kerja <i>Pile Cap</i> Zona 2	3.341	m ³
II.2.7	Pasang Bekisting <i>Pile Cap</i> Zona 1	108.540	m ²
II.2.8	Pasang Bekisting <i>Pile Cap</i> Zona 2	97.200	m ²
II.2.9	Fabrikasi Besi <i>Pile Cap</i> Zona 1	9305.421	kg
II.2.10	Fabrikasi Besi <i>Pile Cap</i> Zona 2	12007.294	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
II.2.11	Pasang Besi <i>Pile Cap</i> Zona 1	9305.421	kg
II.2.12	Pasang Besi <i>Pile Cap</i> Zona 2	12007.294	kg
II.2.13	Pengecoran <i>Pile Cap</i> Zona 1	83.865	m ³
II.2.14	Pengecoran <i>Pile Cap</i> Zona 2	68.682	m ³
III	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 1		
III.1	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 1		
III.1.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 1 Zona 1	4661.385	kg
III.1.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 1 Zona 2	3808.860	kg
III.1.3	Pasang Besi Kolom Lantai 1 Zona 1	4661.385	kg
III.1.4	Pasang Besi Kolom Lantai 1 Zona 2	3808.860	kg
III.1.5	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 1 Zona 1	153.120	m ²
III.1.6	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 1 Zona 2	133.980	m ²
III.1.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 1 Zona 1	153.120	m ²
III.1.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 1 Zona 2	133.980	m ²
III.1.9	Pengecoran Kolom Lantai 1 Zona 1	18.414	m ³
III.1.10	Pengecoran Kolom Lantai 1 Zona 2	15.629	m ³

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
III.1.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 1 Zona 1	153.120	m ²
III.1.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 1 Zona 2	133.980	m ²
III.2	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 1		
III.2.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 1	3099.258	kg
III.2.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 2	3463.349	kg
III.2.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 1	3099.258	kg
III.2.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 2	3463.349	kg
III.2.5	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 1	80.960	m ²
III.2.6	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 2	86.080	m ²
III.2.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 1	80.960	m ²
III.2.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 2	86.080	m ²
III.2.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 1	5.461	m ³
III.2.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 2	5.484	m ³
III.2.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 1	80.960	m ²
III.2.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 1 Zona 2	86.080	m ²
III.3	PEKERJAAN RAFT FOUNDATION LANTAI 1		

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
III.3.1	Fabrikasi Bekisting <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 1	21.700	m ²
III.3.2	Fabrikasi Bekisting <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 2	22.580	m ²
III.3.3	Pasang Bekisting <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 1	21.700	m ²
III.3.4	Pasang Bekisting <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 2	22.580	m ²
III.3.5	Fabrikasi Besi <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 1	18759.544	kg
III.3.6	Fabrikasi Besi <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 2	19805.902	kg
III.3.7	Pasang Besi <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 1	18759.544	kg
III.3.8	Pasang Besi <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 2	19805.902	kg
III.3.9	Pengecoran <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 1	114.873	m ³
III.3.10	Pengecoran <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 2	121.296	m ³
III.3.11	Pembongkaran Bekisting <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 1	21.700	m ²
III.3.12	Pembongkaran Bekisting <i>Raft Foundation</i> Lantai 1 Zona 2	22.580	m ²
III.4	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 1		
III.4.1	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 1	13.950	m ²
III.4.2	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 2	14.919	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
III.4.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 1	13.950	m ²
III.4.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 2	14.919	m ²
III.4.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 1 Zona 1	388.618	kg
III.4.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 1 Zona 2	424.389	kg
III.4.7	Pasang Besi Tangga Lantai 1 Zona 1	388.618	kg
III.4.8	Pasang Besi Tangga Lantai 1 Zona 2	424.389	kg
III.4.9	Pengecoran Tangga Lantai 1 Zona 1	1.866	m ³
III.4.10	Pengecoran Tangga Lantai 1 Zona 2	1.994	m ³
III.4.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 1	13.950	m ²
III.4.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 1 Zona 2	14.919	m ²
IV	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 2		
IV.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 2		
IV.1.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 2 Zona 1	156.676	m ²
IV.1.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 2 Zona 2	158.960	m ²
IV.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 2 Zona 1	156.676	m ²
IV.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 2 Zona 2	158.960	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IV.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 2 Zona 1	3380.856	kg
IV.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 2 Zona 2	3477.490	kg
IV.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 2 Zona 1	3380.856	kg
IV.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 2 Zona 2	3477.490	kg
IV.1.9	Pengecoran Balok Lantai 2 Zona 1	16.843	m ³
IV.1.10	Pengecoran Balok Lantai 2 Zona 2	17.362	m ³
IV.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 2 Zona 1	156.676	m ²
IV.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 2 Zona 2	158.960	m ²
IV.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 2		
IV.2.1	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 2 Zona 1	0.885	m ²
IV.2.2	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 2 Zona 2	1.188	m ²
IV.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 2 Zona 1	0.885	m ²
IV.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 2 Zona 2	1.188	m ²
IV.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 2 Zona 1	56	bah

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IV.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 2 Zona 2	56	buah
IV.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 2 Zona 1	56	buah
IV.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 2 Zona 2	56	buah
IV.2.9	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 2 Zona 1	1745.901	kg
IV.2.10	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 2 Zona 2	1718.472	kg
IV.2.11	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 2 Zona 1	1745.901	kg
IV.2.12	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 2 Zona 2	1718.472	kg
IV.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 2 Zona 1	9.321	m ³
IV.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 2 Zona 2	9.263	m ³
IV.2.15	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 2 Zona 1	0.885	m ²
IV.2.16	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 2 Zona 2	1.188	m ²
IV.3	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 2		
IV.3.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 2 Zona 1	3743.068	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IV.3.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 2 Zona 2	3156.135	kg
IV.3.3	Pasang Besi Kolom Lantai 2 Zona 1	3743.068	kg
IV.3.4	Pasang Besi Kolom Lantai 2 Zona 2	3156.135	kg
IV.3.5	Reparasi Bekisting Kolom Lantai 2 Zona 1	124.500	m ²
IV.3.6	Reparasi Bekisting Kolom Lantai 2 Zona 2	109.500	m ²
IV.3.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 2 Zona 1	124.500	m ²
IV.3.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 2 Zona 2	109.500	m ²
IV.3.9	Pengecoran Kolom Lantai 2 Zona 1	15.147	m ³
IV.3.10	Pengecoran Kolom Lantai 2 Zona 2	12.960	m ³
IV.3.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 2 Zona 1	124.500	m ²
IV.3.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 2 Zona 2	109.500	m ²
IV.4	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 2		
IV.4.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 1	2634.807	kg
IV.4.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 2	2947.376	kg
IV.4.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 1	2634.807	kg
IV.4.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 2	2947.376	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IV.4.5	Reparasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 1	70.840	m ²
IV.4.6	Reparasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 2	75.320	m ²
IV.4.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 1	70.840	m ²
IV.4.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 2	75.320	m ²
IV.4.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 1	4.788	m ³
IV.4.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 2	4.813	m ³
IV.4.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 1	70.840	m ²
IV.4.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 2 Zona 2	75.320	m ²
IV.5	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 2		
IV.5.1	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 1	10.636	m ²
IV.5.2	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 2	11.357	m ²
IV.5.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 1	10.636	m ²
IV.5.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 2	11.357	m ²
IV.5.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 2 Zona 1	384.013	kg
IV.5.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 2 Zona 2	419.377	kg
IV.5.7	Pasang Besi Tangga Lantai 2 Zona 1	384.013	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IV.5.8	Pasang Besi Tangga Lantai 2 Zona 2	419.377	kg
IV.5.9	Pengecoran Tangga Lantai 2 Zona 1	2.737	m ³
IV.5.10	Pengecoran Tangga Lantai 2 Zona 2	3.002	m ³
IV.5.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 1	10.636	m ²
IV.5.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 2 Zona 2	11.357	m ²
V	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 3		
V.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 3		
V.1.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 3 Zona 1	156.676	m ²
V.1.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 3 Zona 2	158.960	m ²
V.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 3 Zona 1	156.676	m ²
V.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 3 Zona 2	158.960	m ²
V.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 3 Zona 1	3380.856	kg
V.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 3 Zona 2	3477.490	kg
V.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 3 Zona 1	3380.856	kg
V.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 3 Zona 2	3477.490	kg
V.1.9	Pengecoran Balok Lantai 3 Zona 1	16.843	m ³

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
V.1.10	Pengecoran Balok Lantai 3 Zona 2	17.362	m ³
V.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 3 Zona 1	156.676	m ²
V.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 3 Zona 2	158.960	m ²
V.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 3		
V.2.1	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 3 Zona 1	0.885	m ²
V.2.2	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 3 Zona 2	1.188	m ²
V.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 3 Zona 1	0.885	m ²
V.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 3 Zona 2	1.188	m ²
V.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 3 Zona 1	56	buah
V.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 3 Zona 2	56	buah
V.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 3 Zona 1	56	buah
V.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 3 Zona 2	56	buah
V.2.9	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 3 Zona 1	1745.901	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
V.2.10	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 3 Zona 2	1718.472	kg
V.2.11	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 3 Zona 1	1745.901	kg
V.2.12	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 3 Zona 2	1718.472	kg
V.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 3 Zona 1	9.321	m ³
V.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 3 Zona 2	9.263	m ³
V.2.15	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 3 Zona 1	0.885	m ²
V.2.16	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 3 Zona 2	1.188	m ²
V.3	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 3		
V.3.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 3 Zona 1	3743.068	kg
V.3.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 3 Zona 2	3156.135	kg
V.3.3	Pasang Besi Kolom Lantai 3 Zona 1	3743.068	kg
V.3.4	Pasang Besi Kolom Lantai 3 Zona 2	3156.135	kg
V.3.5	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 3 Zona 1	124.500	m ²
V.3.6	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 3 Zona 2	109.500	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
V.3.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 3 Zona 1	124.500	m ²
V.3.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 3 Zona 2	109.500	m ²
V.3.9	Pengecoran Kolom Lantai 3 Zona 1	15.147	m ³
V.3.10	Pengecoran Kolom Lantai 3 Zona 2	12.960	m ³
V.3.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 3 Zona 1	124.500	m ²
V.3.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 3 Zona 2	109.500	m ²
V.4	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 3		
V.4.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 1	2634.807	kg
V.4.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 2	2947.376	kg
V.4.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 1	2634.807	kg
V.4.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 2	2947.376	kg
V.4.5	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 1	70.840	m ²
V.4.6	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 2	75.320	m ²
V.4.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 1	70.840	m ²
V.4.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 2	75.320	m ²
V.4.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 1	4.788	m ³

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
V.4.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 2	4.813	m ³
V.4.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 1	70.840	m ²
V.4.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 3 Zona 2	75.320	m ²
V.5	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 3		
V.5.1	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 1	10.636	m ²
V.5.2	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 2	11.357	m ²
V.5.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 1	10.636	m ²
V.5.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 2	11.357	m ²
V.5.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 3 Zona 1	384.013	kg
V.5.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 3 Zona 2	419.377	kg
V.5.7	Pasang Besi Tangga Lantai 3 Zona 1	384.013	kg
V.5.8	Pasang Besi Tangga Lantai 3 Zona 2	419.377	kg
V.5.9	Pengecoran Tangga Lantai 3 Zona 1	2.737	m ³
V.5.10	Pengecoran Tangga Lantai 3 Zona 2	3.002	m ³
V.5.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 1	10.636	m ²
V.5.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 3 Zona 2	11.357	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VI	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 4		
VI.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 4		
VI.1.1	Reparasi Bekisting Balok Lantai 4 Zona 1	156.676	m ²
VI.1.2	Reparasi Bekisting Balok Lantai 4 Zona 2	158.960	m ²
VI.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 4 Zona 1	156.676	m ²
VI.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 4 Zona 2	158.960	m ²
VI.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 4 Zona 1	3380.856	kg
VI.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 4 Zona 2	3477.490	kg
VI.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 4 Zona 1	3380.856	kg
VI.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 4 Zona 2	3477.490	kg
VI.1.9	Pengecoran Balok Lantai 4 Zona 1	16.843	m ³
VI.1.10	Pengecoran Balok Lantai 4 Zona 2	17.362	m ³
VI.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 4 Zona 1	156.676	m ²
VI.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 4 Zona 2	158.960	m ²
VI.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 4		
VI.2.1	Reparasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 1	0.885	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VI.2.2	Reparasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 2	1.188	m ²
VI.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 1	0.885	m ²
VI.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 2	1.188	m ²
VI.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 4 Zona 1	56	bah
VI.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 4 Zona 2	56	bah
VI.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 4 Zona 1	56	bah
VI.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 4 Zona 2	56	bah
VI.2.9	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 1	1745.901	kg
VI.2.10	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 2	1718.472	kg
VI.2.11	Pasang Besi Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 1	1745.901	kg
VI.2.12	Pasang Besi Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 2	1718.472	kg
VI.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 4 Zona 1	9.321	m ³

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VI.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 4 Zona 2	9.263	m ³
VI.2.15	Pembongkaran Bekisting Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 1	0.885	m ²
VI.2.16	Pembongkaran Bekisting Pelat Overtopping Lantai 4 Zona 2	1.188	m ²
VI.3	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 4		
VI.3.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 4 Zona 1	3743.068	kg
VI.3.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 4 Zona 2	3156.135	kg
VI.3.3	Pasang Besi Kolom Lantai 4 Zona 1	3743.068	kg
VI.3.4	Pasang Besi Kolom Lantai 4 Zona 2	3156.135	kg
VI.3.5	Reparasi Bekisting Kolom Lantai 4 Zona 1	124.500	m ²
VI.3.6	Reparasi Bekisting Kolom Lantai 4 Zona 2	109.500	m ²
VI.3.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 4 Zona 1	124.500	m ²
VI.3.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 4 Zona 2	109.500	m ²
VI.3.9	Pengecoran Kolom Lantai 4 Zona 1	15.147	m ³
VI.3.10	Pengecoran Kolom Lantai 4 Zona 2	12.960	m ³
VI.3.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 4 Zona 1	124.500	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VI.3.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 4 Zona 2	109.500	m ²
VI.4	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 4		
VI.4.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 1	2634.807	kg
VI.4.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 2	2947.376	kg
VI.4.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 1	2634.807	kg
VI.4.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 2	2947.376	kg
VI.4.5	Reparasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 1	70.840	m ²
VI.4.6	Reparasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 2	75.320	m ²
VI.4.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 1	70.840	m ²
VI.4.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 2	75.320	m ²
VI.4.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 1	4.788	m ³
VI.4.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 2	4.813	m ³
VI.4.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 1	70.840	m ²
VI.4.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 4 Zona 2	75.320	m ²
VI.5	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 4		
VI.5.1	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 1	10.636	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VI.5.2	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 2	11.357	m ²
VI.5.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 1	10.636	m ²
VI.5.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 2	11.357	m ²
VI.5.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 4 Zona 1	384.013	kg
VI.5.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 4 Zona 2	419.377	kg
VI.5.7	Pasang Besi Tangga Lantai 4 Zona 1	384.013	kg
VI.5.8	Pasang Besi Tangga Lantai 4 Zona 2	419.377	kg
VI.5.9	Pengecoran Tangga Lantai 4 Zona 1	2.737	m ³
VI.5.10	Pengecoran Tangga Lantai 4 Zona 2	3.002	m ³
VI.5.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 1	10.636	m ²
VI.5.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 4 Zona 2	11.357	m ²
VII	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 5		
VII.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 5		
VII.1.1	Reparasi Bekisting Balok Lantai 5 Zona 1	156.676	m ²
VII.1.2	Reparasi Bekisting Balok Lantai 5 Zona 2	158.960	m ²
VII.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 5 Zona 1	156.676	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VII.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 5 Zona 2	158.960	m ²
VII.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 5 Zona 1	3380.856	kg
VII.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 5 Zona 2	3477.490	kg
VII.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 5 Zona 1	3380.856	kg
VII.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 5 Zona 2	3477.490	kg
VII.1.9	Pengecoran Balok Lantai 5 Zona 1	16.843	m ³
VII.1.10	Pengecoran Balok Lantai 5 Zona 2	17.362	m ³
VII.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 5 Zona 1	156.676	m ²
VII.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 5 Zona 2	158.960	m ²
VII.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 5		
VII.2.1	Reparasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 5 Zona 1	0.885	m ²
VII.2.2	Reparasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 5 Zona 2	1.188	m ²
VII.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 5 Zona 1	0.885	m ²
VII.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 5 Zona 2	1.188	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VII.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 5 Zona 1	56	buah
VII.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 5 Zona 2	56	buah
VII.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 5 Zona 1	56	buah
VII.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 5 Zona 2	56	buah
VII.2.9	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 5 Zona 1	1745.901	kg
VII.2.10	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 5 Zona 2	1718.472	kg
VII.2.11	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 5 Zona 1	1745.901	kg
VII.2.12	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 5 Zona 2	1718.472	kg
VII.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 5 Zona 1	9.321	m ³
VII.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 5 Zona 2	9.263	m ³
VII.2.15	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 5 Zona 1	0.885	m ²
VII.2.16	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 5 Zona 2	1.188	m ²
VII.3	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 5		

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VII.3.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 5 Zona 1	3743.068	kg
VII.3.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 5 Zona 2	3156.135	kg
VII.3.3	Pasang Besi Kolom Lantai 5 Zona 1	3743.068	kg
VII.3.4	Pasang Besi Kolom Lantai 5 Zona 2	3156.135	kg
VII.3.5	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 5 Zona 1	124.500	m ²
VII.3.6	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 5 Zona 2	109.500	m ²
VII.3.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 5 Zona 1	124.500	m ²
VII.3.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 5 Zona 2	109.500	m ²
VII.3.9	Pengecoran Kolom Lantai 5 Zona 1	15.147	m ³
VII.3.10	Pengecoran Kolom Lantai 5 Zona 2	12.960	m ³
VII.3.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 5 Zona 1	124.500	m ²
VII.3.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 5 Zona 2	109.500	m ²
VII.4	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 5		
VII.4.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 1	2634.807	kg
VII.4.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 2	2947.376	kg
VII.4.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 1	2634.807	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VII.4.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 2	2947.376	kg
VII.4.5	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 1	70.840	m ²
VII.4.6	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 2	75.320	m ²
VII.4.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 1	70.840	m ²
VII.4.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 2	75.320	m ²
VII.4.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 1	4.788	m ³
VII.4.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 2	4.813	m ³
VII.4.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 1	70.840	m ²
VII.4.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 5 Zona 2	75.320	m ²
VII.5	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 5		
VII.5.1	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 1	10.636	m ²
VII.5.2	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 2	11.357	m ²
VII.5.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 1	10.636	m ²
VII.5.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 2	11.357	m ²
VII.5.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 5 Zona 1	384.013	kg
VII.5.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 5 Zona 2	419.377	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VII.5.7	Pasang Besi Tangga Lantai 5 Zona 1	384.013	kg
VII.5.8	Pasang Besi Tangga Lantai 5 Zona 2	419.377	kg
VII.5.9	Pengecoran Tangga Lantai 5 Zona 1	2.737	m ³
VII.5.10	Pengecoran Tangga Lantai 5 Zona 2	3.002	m ³
VII.5.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 1	10.636	m ²
VII.5.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 5 Zona 2	11.357	m ²
VIII	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 6		
VIII.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 6		
VIII.1.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 6 Zona 1	156.676	m ²
VIII.1.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 6 Zona 2	158.960	m ²
VIII.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 6 Zona 1	156.676	m ²
VIII.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 6 Zona 2	158.960	m ²
VIII.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 6 Zona 1	3380.856	kg
VIII.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 6 Zona 2	3477.490	kg
VIII.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 6 Zona 1	3380.856	kg
VIII.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 6 Zona 2	3477.490	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VIII.1.9	Pengecoran Balok Lantai 6 Zona 1	16.843	m ³
VIII.1.10	Pengecoran Balok Lantai 6 Zona 2	17.362	m ³
VIII.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 6 Zona 1	156.676	m ²
VIII.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 6 Zona 2	158.960	m ²
VIII.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 6		
VIII.2.1	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 6 Zona 1	0.885	m ²
VIII.2.2	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 6 Zona 2	1.188	m ²
VIII.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 6 Zona 1	0.885	m ²
VIII.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 6 Zona 2	1.188	m ²
VIII.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 6 Zona 1	56	buah
VIII.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 6 Zona 2	56	buah
VIII.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 6 Zona 1	56	buah
VIII.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 6 Zona 2	56	buah
VIII.2.9	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 6 Zona 1	1745.901	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VIII.2.10	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 6 Zona 2	1718.472	kg
VIII.2.11	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 6 Zona 1	1745.901	kg
VIII.2.12	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 6 Zona 2	1718.472	kg
VIII.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 6 Zona 1	9.321	m ³
VIII.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 6 Zona 2	9.263	m ³
VIII.2.15	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 6 Zona 1	0.885	m ²
VIII.2.16	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 6 Zona 2	1.188	m ²
VIII.3	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 6		
VIII.3.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 6 Zona 1	3743.068	kg
VIII.3.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 6 Zona 2	3156.135	kg
VIII.3.3	Pasang Besi Kolom Lantai 6 Zona 1	3743.068	kg
VIII.3.4	Pasang Besi Kolom Lantai 6 Zona 2	3156.135	kg
VIII.3.5	Reparasi Bekisting Kolom Lantai 6 Zona 1	124.500	m ²
VIII.3.6	Reparasi Bekisting Kolom Lantai 6 Zona 2	109.500	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VIII.3.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 6 Zona 1	124.500	m ²
VIII.3.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 6 Zona 2	109.500	m ²
VIII.3.9	Pengecoran Kolom Lantai 6 Zona 1	15.147	m ³
VIII.3.10	Pengecoran Kolom Lantai 6 Zona 2	12.960	m ³
VIII.3.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 6 Zona 1	124.500	m ²
VIII.3.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 6 Zona 2	109.500	m ²
VIII.4	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 6		
VIII.4.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 1	2634.807	kg
VIII.4.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 2	2947.376	kg
VIII.4.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 1	2634.807	kg
VIII.4.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 2	2947.376	kg
VIII.4.5	Reparasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 1	70.840	m ²
VIII.4.6	Reparasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 2	75.320	m ²
VIII.4.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 1	70.840	m ²
VIII.4.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 2	75.320	m ²
VIII.4.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 1	4.788	m ³

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
VIII.4.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 2	4.813	m ³
VIII.4.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 1	70.840	m ²
VIII.4.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 6 Zona 2	75.320	m ²
VIII.5	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 6		
VIII.5.1	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 6 Zona 1	10.636	m ²
VIII.5.2	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 6 Zona 2	11.357	m ²
VIII.5.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 6 Zona 1	10.636	m ²
VIII.5.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 6 Zona 2	11.357	m ²
VIII.5.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 6 Zona 1	384.013	kg
VIII.5.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 6 Zona 2	419.377	kg
VIII.5.7	Pasang Besi Tangga Lantai 6 Zona 1	384.013	kg
VIII.5.8	Pasang Besi Tangga Lantai 6 Zona 2	419.377	kg
VIII.5.9	Pengecoran Tangga Lantai 6 Zona 1	2.737	m ³
VIII.5.10	Pengecoran Tangga Lantai 6 Zona 2	3.002	m ³
VIII.5.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 6 Zona 1	10.636	m ²
VIII.5.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 6 Zona 2	11.357	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IX	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 7		
IX.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 7		
IX.1.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 7 Zona 1	156.676	m ²
IX.1.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 7 Zona 2	158.960	m ²
IX.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 7 Zona 1	156.676	m ²
IX.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 7 Zona 2	158.960	m ²
IX.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 7 Zona 1	3380.856	kg
IX.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 7 Zona 2	3477.490	kg
IX.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 7 Zona 1	3380.856	kg
IX.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 7 Zona 2	3477.490	kg
IX.1.9	Pengecoran Balok Lantai 7 Zona 1	16.843	m ³
IX.1.10	Pengecoran Balok Lantai 7 Zona 2	17.362	m ³
IX.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 7 Zona 1	156.676	m ²
IX.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 7 Zona 2	158.960	m ²
IX.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 7		
IX.2.1	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 1	0.885	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IX.2.2	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 2	1.188	m ²
IX.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 1	0.885	m ²
IX.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 2	1.188	m ²
IX.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 7 Zona 1	56	bah
IX.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 7 Zona 2	56	bah
IX.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 7 Zona 1	56	bah
IX.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 7 Zona 2	56	bah
IX.2.9	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 1	1745.901	kg
IX.2.10	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 2	1718.472	kg
IX.2.11	Pasang Besi Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 1	1745.901	kg
IX.2.12	Pasang Besi Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 2	1718.472	kg
IX.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 7 Zona 1	9.321	m ³

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IX.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 7 Zona 2	9.263	m ³
IX.2.15	Pembongkaran Bekisting Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 1	0.885	m ²
IX.2.16	Pembongkaran Bekisting Pelat Overtopping Lantai 7 Zona 2	1.188	m ²
IX.3	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 7		
IX.3.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 7 Zona 1	3743.068	kg
IX.3.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 7 Zona 2	3156.135	kg
IX.3.3	Pasang Besi Kolom Lantai 7 Zona 1	3743.068	kg
IX.3.4	Pasang Besi Kolom Lantai 7 Zona 2	3156.135	kg
IX.3.5	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 7 Zona 1	124.500	m ²
IX.3.6	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 7 Zona 2	109.500	m ²
IX.3.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 7 Zona 1	124.500	m ²
IX.3.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 7 Zona 2	109.500	m ²
IX.3.9	Pengecoran Kolom Lantai 7 Zona 1	15.147	m ³
IX.3.10	Pengecoran Kolom Lantai 7 Zona 2	12.960	m ³
IX.3.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 7 Zona 1	124.500	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IX.3.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 7 Zona 2	109.500	m ²
IX.4	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 7		
IX.4.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 1	2634.807	kg
IX.4.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 2	2947.376	kg
IX.4.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 1	2634.807	kg
IX.4.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 2	2947.376	kg
IX.4.5	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 1	70.840	m ²
IX.4.6	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 2	75.320	m ²
IX.4.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 1	70.840	m ²
IX.4.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 2	75.320	m ²
IX.4.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 1	4.788	m ³
IX.4.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 2	4.813	m ³
IX.4.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 1	70.840	m ²
IX.4.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 7 Zona 2	75.320	m ²
IX.5	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 7		
IX.5.1	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 1	10.636	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
IX.5.2	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 2	11.357	m ²
IX.5.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 1	10.636	m ²
IX.5.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 2	11.357	m ²
IX.5.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 7 Zona 1	384.013	kg
IX.5.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 7 Zona 2	419.377	kg
IX.5.7	Pasang Besi Tangga Lantai 7 Zona 1	384.013	kg
IX.5.8	Pasang Besi Tangga Lantai 7 Zona 2	419.377	kg
IX.5.9	Pengecoran Tangga Lantai 7 Zona 1	2.737	m ³
IX.5.10	Pengecoran Tangga Lantai 7 Zona 2	3.002	m ³
IX.5.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 1	10.636	m ²
IX.5.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 7 Zona 2	11.357	m ²
X	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 8		
X.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 8		
X.1.1	Reparasi Bekisting Balok Lantai 8 Zona 1	156.676	m ²
X.1.2	Reparasi Bekisting Balok Lantai 8 Zona 2	158.960	m ²
X.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 8 Zona 1	156.676	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
X.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 8 Zona 2	158.960	m ²
X.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 8 Zona 1	3380.856	kg
X.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 8 Zona 2	3477.490	kg
X.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 8 Zona 1	3380.856	kg
X.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 8 Zona 2	3477.490	kg
X.1.9	Pengecoran Balok Lantai 8 Zona 1	16.843	m ³
X.1.10	Pengecoran Balok Lantai 8 Zona 2	17.362	m ³
X.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 8 Zona 1	156.676	m ²
X.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 8 Zona 2	158.960	m ²
X.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 8		
X.2.1	Reparasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 8 Zona 1	0.885	m ²
X.2.2	Reparasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 8 Zona 2	1.188	m ²
X.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 8 Zona 1	0.885	m ²
X.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 8 Zona 2	1.188	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
X.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 8 Zona 1	56	buah
X.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 8 Zona 2	56	buah
X.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 8 Zona 1	56	buah
X.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 8 Zona 2	56	buah
X.2.9	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 8 Zona 1	1745.901	kg
X.2.10	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 8 Zona 2	1718.472	kg
X.2.11	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 8 Zona 1	1745.901	kg
X.2.12	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 8 Zona 2	1718.472	kg
X.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 8 Zona 1	9.321	m ³
X.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 8 Zona 2	9.263	m ³
X.2.15	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 8 Zona 1	0.885	m ²
X.2.16	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 8 Zona 2	1.188	m ²
X.3	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 8		

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
X.3.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 8 Zona 1	2824.744	kg
X.3.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 8 Zona 2	2421.476	kg
X.3.3	Pasang Besi Kolom Lantai 8 Zona 1	2824.744	kg
X.3.4	Pasang Besi Kolom Lantai 8 Zona 2	2421.476	kg
X.3.5	Reparasi Bekisting Kolom Lantai 8 Zona 1	124.500	m ²
X.3.6	Reparasi Bekisting Kolom Lantai 8 Zona 2	109.500	m ²
X.3.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 8 Zona 1	124.500	m ²
X.3.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 8 Zona 2	109.500	m ²
X.3.9	Pengecoran Kolom Lantai 8 Zona 1	15.264	m ³
X.3.10	Pengecoran Kolom Lantai 8 Zona 2	13.077	m ³
X.3.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 8 Zona 1	124.500	m ²
X.3.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 8 Zona 2	109.500	m ²
X.4	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 8		
X.4.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 1	2634.807	kg
X.4.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 2	2947.376	kg
X.4.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 1	2634.807	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
X.4.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 2	2947.376	kg
X.4.5	Reparasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 1	70.840	m ²
X.4.6	Reparasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 2	75.320	m ²
X.4.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 1	70.840	m ²
X.4.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 2	75.320	m ²
X.4.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 1	4.788	m ³
X.4.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 2	4.813	m ³
X.4.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 1	70.840	m ²
X.4.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 8 Zona 2	75.320	m ²
X.5	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 8		
X.5.1	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 8 Zona 1	11.6375	m ²
X.5.2	Reparasi Bekisting Tangga Lantai 8 Zona 2	12.4373	m ²
X.5.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 8 Zona 1	11.6375	m ²
X.5.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 8 Zona 2	12.4373	m ²
X.5.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 8 Zona 1	384.0131	kg
X.5.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 8 Zona 2	419.3770	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
X.5.7	Pasang Besi Tangga Lantai 8 Zona 1	384.0131	kg
X.5.8	Pasang Besi Tangga Lantai 8 Zona 2	419.3770	kg
X.5.9	Pengecoran Tangga Lantai 8 Zona 1	2.7368	m ³
X.5.10	Pengecoran Tangga Lantai 8 Zona 2	3.0020	m ³
X.5.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 8 Zona 1	11.6375	m ²
X.5.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 8 Zona 2	12.4373	m ²
XI	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 9		
XI.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 9		
XI.1.1	Reparasi Bekisting Balok Lantai 9 Zona 1	156.676	m ²
XI.1.2	Reparasi Bekisting Balok Lantai 9 Zona 2	158.960	m ²
XI.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 9 Zona 1	156.676	m ²
XI.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 9 Zona 2	158.960	m ²
XI.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 9 Zona 1	3380.856	kg
XI.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 9 Zona 2	3477.490	kg
XI.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 9 Zona 1	3380.856	kg
XI.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 9 Zona 2	3477.490	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
XI.1.9	Pengecoran Balok Lantai 9 Zona 1	16.843	m ³
XI.1.10	Pengecoran Balok Lantai 9 Zona 2	17.362	m ³
XI.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 9 Zona 1	156.676	m ²
XI.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 9 Zona 2	158.960	m ²
XI.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 9		
XI.2.1	Reparasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 9 Zona 1	0.885	m ²
XI.2.2	Reparasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 9 Zona 2	1.188	m ²
XI.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 9 Zona 1	0.885	m ²
XI.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 9 Zona 2	1.188	m ²
XI.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 9 Zona 1	56	buah
XI.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 9 Zona 2	56	buah
XI.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 9 Zona 1	56	buah
XI.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 9 Zona 2	56	buah
XI.2.9	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 9 Zona 1	1745.901	kg

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
XI.2.10	Fabrikasi Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 9 Zona 2	1718.472	kg
XI.2.11	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 9 Zona 1	1745.901	kg
XI.2.12	Pasang Besi Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 9 Zona 2	1718.472	kg
XI.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 9 Zona 1	9.321	m ³
XI.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 9 Zona 2	9.263	m ³
XI.2.15	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 9 Zona 1	0.885	m ²
XI.2.16	Pembongkaran Bekisting Pelat <i>Overtopping</i> Lantai 9 Zona 2	1.188	m ²
XI.3	PEKERJAAN KOLOM LANTAI 9		
XI.3.1	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 9 Zona 1	2824.744	kg
XI.3.2	Fabrikasi Besi Kolom Lantai 9 Zona 2	2421.476	kg
XI.3.3	Pasang Besi Kolom Lantai 9 Zona 1	2824.744	kg
XI.3.4	Pasang Besi Kolom Lantai 9 Zona 2	2421.476	kg
XI.3.5	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 9 Zona 1	124.500	m ²
XI.3.6	Fabrikasi Bekisting Kolom Lantai 9 Zona 2	109.500	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
XI.3.7	Pasang Bekisting Kolom Lantai 9 Zona 1	124.500	m ²
XI.3.8	Pasang Bekisting Kolom Lantai 9 Zona 2	109.500	m ²
XI.3.9	Pengecoran Kolom Lantai 9 Zona 1	15.264	m ³
XI.3.10	Pengecoran Kolom Lantai 9 Zona 2	13.077	m ³
XI.3.11	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 9 Zona 1	124.500	m ²
XI.3.12	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 9 Zona 2	109.500	m ²
XI.4	PEKERJAAN SHEARWALL LANTAI 9		
XI.4.1	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 1	2634.807	kg
XI.4.2	Fabrikasi Besi <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 2	2947.376	kg
XI.4.3	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 1	2634.807	kg
XI.4.4	Pasang Besi <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 2	2947.376	kg
XI.4.5	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 1	70.840	m ²
XI.4.6	Fabrikasi Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 2	75.320	m ²
XI.4.7	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 1	70.840	m ²
XI.4.8	Pasang Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 2	75.320	m ²
XI.4.9	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 1	4.788	m ³

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
XI.4.10	Pengecoran <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 2	4.813	m ³
XI.4.11	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 1	70.840	m ²
XI.4.12	Pembongkaran Bekisting <i>Shearwall</i> Lantai 9 Zona 2	75.320	m ²
XI.5	PEKERJAAN TANGGA LANTAI 9		
XI.5.1	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 9 Zona 1	11.6375	m ²
XI.5.2	Fabrikasi Bekisting Tangga Lantai 9 Zona 2	12.4373	m ²
XI.5.3	Pasang Bekisting Tangga Lantai 9 Zona 1	11.6375	m ²
XI.5.4	Pasang Bekisting Tangga Lantai 9 Zona 2	12.4373	m ²
XI.5.5	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 9 Zona 1	384.0131	kg
XI.5.6	Fabrikasi Besi Tangga Lantai 9 Zona 2	419.3770	kg
XI.5.7	Pasang Besi Tangga Lantai 9 Zona 1	384.0131	kg
XI.5.8	Pasang Besi Tangga Lantai 9 Zona 2	419.3770	kg
XI.5.9	Pengecoran Tangga Lantai 9 Zona 1	2.7368	m ³
XI.5.10	Pengecoran Tangga Lantai 9 Zona 2	3.0020	m ³
XI.5.11	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 9 Zona 1	11.6375	m ²
XI.5.12	Pembongkaran Bekisting Tangga Lantai 9 Zona 2	12.4373	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
XII	PEKERJAAN STRUKTUR ATAS LANTAI 10		
XII.1	PEKERJAAN BALOK LANTAI 10		
XII.1.1	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 10 Zona 1	156.676	m ²
XII.1.2	Fabrikasi Bekisting Balok Lantai 10 Zona 2	158.960	m ²
XII.1.3	Pasang Bekisting Balok Lantai 10 Zona 1	156.676	m ²
XII.1.4	Pasang Bekisting Balok Lantai 10 Zona 2	158.960	m ²
XII.1.5	Fabrikasi Besi Balok Lantai 10 Zona 1	3380.856	kg
XII.1.6	Fabrikasi Besi Balok Lantai 10 Zona 2	3477.490	kg
XII.1.7	Pasang Besi Balok Lantai 10 Zona 1	3380.856	kg
XII.1.8	Pasang Besi Balok Lantai 10 Zona 2	3477.490	kg
XII.1.9	Pengecoran Balok Lantai 10 Zona 1	16.843	m ³
XII.1.10	Pengecoran Balok Lantai 10 Zona 2	17.362	m ³
XII.1.11	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 10 Zona 1	156.676	m ²
XII.1.12	Pembongkaran Bekisting Balok Lantai 10 Zona 2	158.960	m ²
XII.2	PEKERJAAN PELAT LANTAI 10		
XII.2.1	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 10 Zona 1	0.885	m ²

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
XII.2.2	Fabrikasi Bekisting Pelat Overtopping Lantai 10 Zona 2	1.188	m ²
XII.2.3	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 10 Zona 1	0.885	m ²
XII.2.4	Pasang Bekisting Pelat Overtopping Lantai 10 Zona 2	1.188	m ²
XII.2.5	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 10 Zona 1	56	bah
XII.2.6	Pengadaan <i>Half Slab Precast</i> Lantai 10 Zona 2	56	bah
XII.2.7	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 10 Zona 1	56	bah
XII.2.8	Pasang <i>Half Slab Precast</i> Lantai 10 Zona 2	56	bah
XII.2.9	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 10 Zona 1	1745.901	kg
XII.2.10	Fabrikasi Besi Pelat Overtopping Lantai 10 Zona 2	1718.472	kg
XII.2.11	Pasang Besi Pelat Overtopping Lantai 10 Zona 1	1745.901	kg
XII.2.12	Pasang Besi Pelat Overtopping Lantai 10 Zona 2	1718.472	kg
XII.2.13	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 10 Zona 1	9.321	m ³

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT
XII.2.14	Pengecoran Pelat Lantai Lantai 10 Zona 2	9.263	m ³
XII.2.15	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 10 Zona 1	0.885	m ²
XII.2.16	Pembongkaran Bekisting Kolom Lantai 10 Zona 2	1.188	m ²

BAB V

METODE PELAKSANAAN PEKERJAAN

Berikut adalah penjabaran metode pelaksanaan dari masing-masing item pekerjaan pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik.

5.1 Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan persiapan adalah pekerjaan awal yang harus dikerjakan kontraktor sebelum memulai pekerjaan utama. Pekerjaan persiapan yang dibahas pada proyek akhir ini meliputi pekerjaan pembersihan, pekerjaan pemagaran, pekerjaan pengukuran atau *uitzet*, dan pekerjaan *bouwplank*.

5.1.1 Pekerjaan Pembersihan

Pekerjaan pembersihan lahan di lokasi proyek yang akan dibangun dilakukan dengan menggunakan alat berat *excavator* dan *dump truck*. Pekerjaan pembersihan lahan dilakukan untuk membersihkan area proyek dari pepohonan, rerumputan, sampah, dan hal-hal lain yang dapat mengganggu pelaksanaan proyek.

5.1.2 Pekerjaan Pemagaran

Pekerjaan pemagaran dilakukan di lokasi proyek agar pada saat pelaksanaan proyek tidak terganggu dengan kegiatan di sekitar proyek. Pekerjaan ini membutuhkan konstruksi kayu ringan dengan penutup seng.

5.1.3 Pekerjaan Pengukuran atau *Uitzet*

Pekerjaan *uitzet* merupakan kegiatan pengukuran ulang lapangan yang dilakukan oleh *surveyor*. Tujuan pekerjaan ini adalah untuk memastikan seberapa besar jumlah perubahan yang akan diakibatkan oleh terjadinya pelaksanaan sebuah perencanaan yang telah ditetapkan sebelumnya.

5.1.4 Pekerjaan Bouwplank

Pekerjaan *bouwplank* merupakan pekerjaan untuk menentukan titik perletakan as bangunan, serta untuk menentukan sudut bangunan agar tidak terjadi kemiringan pada saat pengerjaan. *Bouwplank* sendiri terdiri dari papan-papan kayu. Pemasangan *bouwplank* dilakukan pada jarak 1 m di luar denah yang akan dibuat, tujuannya agar *bouwplank* tidak terbongkar pada saat penggalian pondasi. *Bouwplank* dibongkar setelah pekerjaan pondasi selesai dilaksanakan.

5.2 Pekerjaan Struktur Bawah

Pekerjaan struktur bawah merupakan pekerjaan yang berada di bawah permukaan tanah. Pekerjaan struktur bawah yang dibahas pada proyek akhir ini meliputi pekerjaan *bore pile*, pekerjaan galian, pekerjaan *pile cap*, pekerjaan urugan, dan pekerjaan *raft foundation*.

5.2.1 Pekerjaan Bore Pile

Pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik menggunakan jenis pondasi *bore pile* untuk menerima beban bangunan. Pondasi *bore pile* yang digunakan ada 2 tipe yaitu :

- a) *Bore Pile Ø60 cm*, tulangan 15D16, sengkang Ø8–150, dipasang 2 kaki
- b) *Bore Pile Ø80 cm*, tulangan 18D19, sengkang Ø10–150, dipasang 2 kaki

Kedalaman pondasi *bore pile* pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik adalah 12 m dari muka tanah. Tebal selimut beton pondasi *bore pile* sendiri sebesar 50 mm.

5.2.1.1 Pekerjaan Pengeboran

Sebelum memulai pengeboran, kontraktor harus mengajukan *approval shop drawing* terlebih dahulu untuk mendapat persetujuan oleh direksi pekerjaan. Proses *approval shop drawing* ini bertujuan untuk memastikan

agar tidak terjadi kesalahan pada denah posisi titik-titik *bore pile* yang akan di bor. Setelah *approval shop drawing* mendapat persetujuan oleh direksi pekerjaan maka *surveyor* dapat melakukan pengukuran, *marking*, dan *setting out* titik *pile* yang akan di bor. Selanjutnya dapat dilakukan pekerjaan pengeboran pondasi *bore pile* dan pemasangan *temporary casing*. Alat berat yang digunakan untuk pekerjaan pengeboran pondasi *bore pile* pada proyek ini adalah *bore pile machine*.



Gambar 5. 1 Pemasangan *Temporary Casing*

5.2.1.2 Pekerjaan Pembesian

Metode pelaksanaan pekerjaan pembesian pondasi *bore pile* pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Tulangan

Fabrikasi tulangan pada proyek ini dilakukan di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan ini meliputi pemotongan besi, pembengkokan besi, dan pengaitan besi sesuai dengan gambar perencanaan.

KODE BORED FILE	BF-Ø60	BF-Ø80
GAMBAR POTONGAN		
DIMENSI	Ø-600 mm	Ø-800 mm
TULANGAN	15 D-16	18 D-19
TUL RUSUK	-	-
SENGKANG	Ø8-150	Ø10-150
KAKI	2 kaki	2 kaki

Gambar 5. 2 Detail Dimensi Bore Pile

2. Pemasangan Tulangan

Tulangan pondasi *bore pile* yang telah difabrikasi kemudian di bawa ke lokasi pemasangan tulangan dengan menggunakan alat berat *tower crane*.

3. Pemasangan Beton Decking

Setelah pekerjaan pemberian selesai dilakukan kemudian melakukan pekerjaan memasang beton *decking* untuk menjaga jarak selimut beton pada sisi samping pondasi *bore pile*, lalu diikat agar tidak berubah posisi selama proses pekerjaan pengecoran.

5.2.1.3 Pekerjaan Pengecoran

Adapun berikut kebutuhan dalam pekerjaan pengecoran pondasi *bore pile* yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Alat

Berikut alat yang digunakan pada pekerjaan pengecoran pondasi *bore pile* :

- *Concrete Pump Truck*
- *Truck mixer*
- *Vibrator*
- *Air compressor*

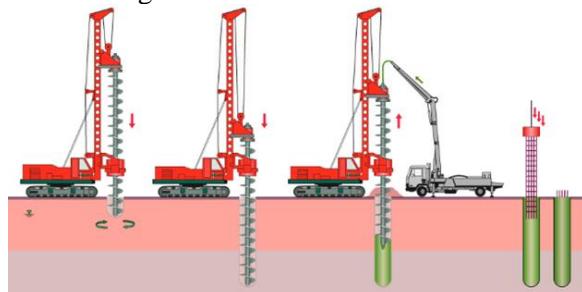
2. Bahan

- Beton *ready mix*

3. Langkah-langkah pekerjaan

- a) Membersihkan lokasi pengecoran dari segala kotoran dengan menggunakan alat *air compressor*.
- b) Sebelum dilakukan pengecoran hal pertama yang dilakukan adalah uji *slump* pada adukan beton yang dibawa *truck mixer*, dengan langkah sebagai berikut :
 - Ambil adukan beton yang baru saja dikeluarkan dari *mixer truck*.
 - Letakkan alat kerucut di atas pelat.
 - Masukkan beton ke dalam kerucut lebih kurang 1/3 bagian nya lalu dipadatkan dengan cara dirojok dengan batang pematat secara merata sebanyak 25 kali.
 - Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga, penusukkan batang pematat hanya untuk lapisan bersangkutan saja dan tidak mengenai lapisan sebelumnya.
 - Ratakan permukaan atasnya dengan batang pematat.
 - Selanjutnya diukur penurunan yang terjadi yaitu perbedaan antara tinggi awal dengan tinggi akhir sesuai RKS.
 - Apabila hasil *slump* sesuai nilai yang disyaratkan di RKS, maka beton dapat digunakan. Apabila hasil *slump* tidak memenuhi maka beton dapat dikembalikan.
- c) Melakukan persiapan alat concrete pump truck.
- d) Selanjutnya adalah tahap pengecoran
- e) Pengecoran *bore pile* dilakukan hingga beton mencapai *cut of level* dan ditambah dengan toleransi ± 1 m.

- f) Selama proses pengcoran dilakukan pemasatan dengan menggunakan *vibrator* untuk mencegah timbulnya rongga kosong dan beton yang keropos.
- g) Setelah pengcoran selesai, dilakukan pencabutan *temporary casing* dengan cara mengaitkan lubang pada kedua sisi casing dan crane, kemudian diangkat secara perlahan dengan posisi lurus atau tidak miring.



Gambar 5. 3 Skema Pekerjaan Pondasi *Bore Pile*

(Sumber: www.arsitut.com/ [Diakses pada 23 Maret 2020])

5.2.1.4 Pekerjaan Pemotongan Kepala Pondasi *Bore Pile*

Kontraktor dalam melaksanakan pemancangan tentunya berusaha untuk mengikuti kedalaman maksimal yang ditentukan oleh konsultan perencana, akan tetapi pada pelaksanaan dilapangan setiap titik kadang berbeda-beda kedalamannya. Untuk itulah diperlukan pemotongan dan pembobokan kepala pondasi *bore pile*, dengan mengikuti tahap-tahap berikut :

- a) Pondasi yang kelebihan panjangnya bila diukur *waterpass* terhadap *pile cap* harus dilakukan pemotongan mengikuti ketentuan yang berlaku.
- b) Pemotongan harus rapi dan rata permukaannya, dengan memperhitungkan ketinggiannya terhadap adanya pasir urug dan lantai kerja.

- c) Besi stek dari tiang pondasi *bore pile* disisakan sesuai peraturan yang berlaku (PBI 1971) sepanjang 40 x diameter ukuran besi yang ada.
- d) Jika stek besi tidak mencapai mengingat posisi *bore pile* terlalu dalam, maka ketebalan *pile cap* pondasi perlu disesuaikan sampai stek tercapai.

5.2.2 Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian merupakan pekerjaan yang dilaksanakan dengan membuat lubang di tanah untuk keperluan pondasi bangunan yang meliputi pekerjaan galian *pile cap*. Galian tanah yang dibuat harus sesuai dengan gambar rencana dan pengukuran dilakukan menggunakan waterpass hingga elevasi yang diinginkan. Kemudian meletakkan tanah sisa galian ke tempat yang telah ditentukan.



Gambar 5. 4 Galian Pile Cap

5.2.3 Pekerjaan Pile Cap

Pekerjaan *pile cap* dilakukan setelah pekerjaan *bore pile* selesai dikerjakan. Pekerjaan *pile cap* dilakukan untuk mengikat pondasi sebelum didirikan kolom di bagian atasnya. Berikut adalah metode pelaksanaan pekerjaan *pile cap* pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik :

5.2.3.1 Pekerjaan Lantai Kerja

Pekerjaan lantai kerja merupakan pekerjaan yang bertujuan untuk memudahkan pekerja berdiri di atas lahan datar serta berfungsi sebagai dudukan besi pada *pile cap*.

Pekerjaan lantai kerja dilaksanakan setelah pekerjaan urugan pasir setebal 15 cm selesai dikerjakan. Ketebalan lantai kerja *pile cap* dibuat sebesar 5 cm.



Gambar 5. 5 Pekerjaan Lantai Kerja

5.2.3.2 Pekerjaan Bekisting

Bekisting *pile cap* dibuat menggunakan bekisting batako dengan ukuran 40 cm x 20 cm x 10 cm yang dipasang dengan tenaga manusia menggunakan alat angkut *wheel barrow*.

5.2.3.3 Pekerjaan Pembesian

Metode pelaksanaan pekerjaan pembesian *pile cap* pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. **Fabrikasi Tulangan**

Fabrikasi tulangan pada proyek ini dilakukan di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan ini meliputi pemotongan besi, pembengkokan besi, dan pengaitan besi sesuai dengan gambar perencanaan menggunakan alat *bar cutter* dan *bar bender*.

2. **Pemasangan Tulangan**

Tulangan *pile cap* yang telah difabrikasi kemudian dibawa ke lokasi pemasangan tulangan dengan menggunakan alat berat *tower crane*.

3. **Pemasangan Beton Decking**

Setelah pekerjaan pembesian selesai dilakukan kemudian melakukan pekerjaan memasang beton *decking* untuk menjaga jarak selimut beton pada

bagian bawah dan sisi samping *pile cap*, lalu diikat agar tidak berubah posisi selama proses pekerjaan pengecoran.

5.2.3.4 Pekerjaan Pengecoran

Adapun berikut kebutuhan dalam pekerjaan pengecoran *pile cap* yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Alat

Berikut alat yang digunakan pada pekerjaan pengecoran *pile cap* :

- *Concrete pump truck*
- *Truck mixer*
- *Vibrator*
- *Air compressor*

2. Bahan

- Beton *ready mix*
- 3. Langkah-langkah pekerjaan
 - a) Membersihkan lokasi pengecoran dari segala kotoran dengan menggunakan alat *air compressor*.
 - b) Membersihkan *concrete bucket* dari berbagai jenis kotoran.
 - c) Sebelum dilakukan pengecoran hal pertama yang dilakukan adalah uji *slump* pada adukan beton yang dibawa *truck mixer*, dengan langkah sebagai berikut :
 - Ambil adukan beton yang baru saja dikeluarkan dari *mixer truck*.
 - Letakkan alat kerucut di atas pelat.
 - Masukkan beton ke dalam kerucut lebih kurang 1/3 bagian nya lalu dipadatkan dengan cara dirojok dengan batang pematat secara merata sebanyak 25 kali.

- Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga, penusukkan batang pemedat hanya untuk lapisan bersangkutan saja dan tidak mengenai lapisan sebelumnya.
 - Ratakan permukaan atasnya dengan batang pemedat.
 - Selanjutnya diukur penurunan yang terjadi yaitu perbedaan antara tinggi awal dengan tinggi akhir antara 75-125 mm, sesuai RKS.
 - Apabila hasil *slump* sesuai nilai yang disyaratkan di RKS, maka beton dapat digunakan. Apabila hasil *slump* tidak memenuhi maka beton dapat dikembalikan.
- d) Memindahkan adukan beton *ready mix* dari *truck mixer* ke *concrete pump truck* yang telah disiapkan.
 - e) Pengarahan atau penembakan adukan beton menggunakan *concrete pump truck* di area pengecoran.
 - f) Selama proses pengecoran dilakukan pemedatan dengan menggunakan *vibrator* untuk mencegah timbulnya rongga kosong dan beton yang keropos.
 - g) Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton (*curing*) selama 7 hari berturut-turut. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram atau membasahi beton.

5.2.4 Pekerjaan Urugan

Pekerjaan urugan merupakan pekerjaan memindahkan material pasir urug dari satu tempat ke lokasi pekerjaan *pile cap* dengan tujuan agar tercapai bentuk dan ketinggian tanah sesuai dengan yang gambar rencana. Pekerjaan ini dilakukan oleh alat berat *excavator*.

5.2.5 Pekerjaan Raft Foundation

Raft Foundation adalah pelat beton yang berbentuk rakit melebar ke seluruh bagian dasar bangunan, yang digunakan untuk meneruskan beban bangunan ke lapisan tanah dasar atau batu-batuannya.

5.2.5.1 Pekerjaan Bekisting

Bekisting *raft foundation* dibuat menggunakan bekisting kayu jenis *plywood*, sehingga kemampuan bekisting dalam hal menahan gaya akibat desakan pada saat pengecoran lebih kuat. Akan lebih baik jika menggunakan hollow sebagai rangka bekisting. Dalam proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik ini menggunakan bekisting *plywood* 12 mm dan hollow 50 x 50 sebagai rangka. Metode pelaksanaan pekerjaan bekisting *raft foundation* pada proyek pembangunan Gedung Apatrtemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Bekisting

Fabrikasi bekisting dilakukan masih di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan fabrikasi bekisting merupakan pekerjaan memotong kayu sesuai dengan gambar perencanaan.

2. Pemasangan Bekisting

Sebelum dirakit sesuai gambar perencanaan, bekisting *raft foundation* dilumuri dengan minyak bekisting secara merata pada permukaan terlebih dahulu dengan tujuan agar beton cor nantinya tidak menempel pada bekisting. Selanjutnya dilakukan pekerjaan pemasangan bekisting *raft foundation*.

3. Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran bekisting *raft foundation* dapat dilakukan setelah pekerjaan pengecoran bekisting kolom dimana beton sudah dalam keadaan mengeras.

5.2.5.2 Pekerjaan Pembesian

Metode pelaksanaan pekerjaan pembesian *raft foundation* pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Tulangan

Fabrikasi tulangan pada proyek ini dilakukan di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan ini meliputi pemotongan besi, pembengkokan besi, dan pengaitan besi sesuai dengan gambar perencanaan menggunakan alat *bar cutter* dan *bar bender*.

2. Pemasangan Tulangan

Tulangan *raft foundation* yang telah difabrikasi kemudian di rakit di lokasi pemasangan. Untuk tulangan *raft foundation* disambungkan dengan tulangan *pile cap* yang kemudian dikaitkan dengan menggunakan kawat bendrat.



Gambar 5. 6 Pemasangan Tulangan *Raft Foundation*

3. Pemasangan Beton Decking

Setelah pekerjaan pembesian selesai dilakukan kemudian melakukan pekerjaan memasang beton *decking* untuk menjaga jarak selimut beton pada bagian sisi samping *raft foundation*, lalu diikat agar tidak berubah posisi selama proses pekerjaan pengecoran.

5.2.5.3 Pekerjaan Pengecoran

Adapun berikut kebutuhan dalam pekerjaan pengecoran *raft foundation* yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Alat

Berikut alat yang digunakan pada pekerjaan pengecoran *raft foundation* :

- *Concrete pump truck*
- *Truck mixer*
- *Vibrator*
- *Tower crane*
- *Air compressor*

2. Bahan

- Beton *ready mix*
3. Langkah-langkah pekerjaan
 - a) Membersihkan lokasi pengecoran dari segala kotoran dengan menggunakan alat *air compressor*.
 - b) Membersihkan *concrete pump truck* dari berbagai jenis kotoran.
 - c) Sebelum dilakukan pengecoran hal pertama yang dilakukan adalah uji slump pada adukan beton yang dibawa *truck mixer*, dengan langkah sebagai berikut :
 - Ambil adukan beton yang baru saja dikeluarkan dari *mixer truck*.
 - Letakkan alat kerucut di atas pelat.
 - Masukkan beton ke dalam kerucut lebih kurang 1/3 bagian nya lalu dipadatkan dengan cara dirojok dengan batang pematat secara merata sebanyak 25 kali.
 - Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga, penusukkan batang pematat hanya untuk lapisan bersangkutan saja dan tidak mengenai lapisan sebelumnya.
 - Ratakan permukaan atasnya dengan batang pematat.

- Selanjutnya diukur penurunan yang terjadi yaitu perbedaan antara tinggi awal dengan tinggi akhir antara 100-175 mm, sesuai RKS.
 - Apabila hasil *slump* sesuai nilai yang disyaratkan di RKS, maka beton dapat digunakan. Apabila hasil *slump* tidak memenuhi maka beton dapat dikembalikan.
- d) Memindahkan adukan beton *ready mix* dari *truck mixer* ke *concrete pump truck* yang telah disiapkan.
- e) Kemudian dilakukan penuangan campuran beton pada *raft foundation* secara bertahap.



Gambar 5. 7 Proses Pengecoran *Raft Foundation*

- f) Selama proses pengecoran dilakukan pemadatan dengan menggunakan *vibrator* untuk mencegah timbulnya rongga kosong dan beton yang keropos.

5.3 Pekerjaan Struktur Atas

Pekerjaan struktur atas merupakan pekerjaan yang berada di atas permukaan tanah. Pekerjaan struktur atas yang dibahas pada proyek akhir ini meliputi pekerjaan kolom, pekerjaan balok, pekerjaan tangga, pekerjaan *shearwall*, dan pekerjaan pelat lantai.

5.3.1 Pekerjaan Kolom

Kolom merupakan komponen yang memiliki peran penting dalam suatu bangunan. Fungsi kolom adalah sebagai struktur utama yang meneruskan beban seluruh

bangunan ke pondasi. Pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik memiliki 4 tipe kolom, dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Tipe dan dimensi kolom :
 - Kolom Tipe 1 = 300 x 1000 mm
 - Kolom Tipe 2 = 300 x 900 mm
 - Kolom Tipe 3 = 300 x 900 mm
 - Kolom Tipe 4 = 300 x 600 mm
2. Diameter tulangan kolom :
 - Kolom Tipe 1 = 18D-19 ; D10-100
 - Kolom Tipe 2 = 18D-19 ; D10-100
 - Kolom Tipe 3 = 18D-16 ; D10-100
 - Kolom Tipe 4 = 18D-16 ; D10-100
3. Tinggi kolom :
 - Lantai Dasar = 3,2 m
 - Lantai 2-9 = 2,8 m
4. Mutu beton kolom :
 - Lantai 1 = K-500
 - Lantai 2-9 = K-400

5.3.1.1 Pekerjaan Pembesian

Metode pelaksanaan pekerjaan pembesian kolom pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Tulangan

Fabrikasi tulangan pada proyek ini dilakukan di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan ini meliputi pemotongan besi, pembengkokan besi, dan pengaitan besi sesuai dengan gambar perencanaan menggunakan alat *bar cutter* dan *bar bender*.



Gambar 5.8 Proses Fabrikasi Tulangan Kolom

2. Pemasangan Tulangan

Tulangan kolom yang telah difabrikasi kemudian dibawa ke lokasi pemasangan tulangan dengan menggunakan alat berat *tower crane*. Untuk ujung tulangan kolom lantai 1 dimasukkan ke tulangan *pile cap*, sedangkan untuk ujung tulangan kolom lantai 2-9 dimasukkan ke tulangan kolom di lantai sebelumnya sebagai penjangkaran yang kemudian dikaitkan dengan menggunakan kawat bendarat.



Gambar 5.9 Pemasangan Tulangan Kolom

3. Pemasangan Beton Decking

Setelah pekerjaan pembesian selesai dilakukan kemudian melakukan pekerjaan memasang beton *decking* untuk menjaga jarak selimut beton pada bagian sisi samping kolom, lalu diikat agar tidak berubah posisi selama proses pekerjaan pengecoran. Ukuran ketebalan beton *decking* pada pekerjaan kolom

dibuat sebesar 40 mm, karena selimut beton pada kolom sebesar 40 mm.



Gambar 5. 10 Beton Decking Kolom

5.3.1.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting kolom dilakukan setelah pekerjaan pemasangan tulangan kolom selesai. Bekisting yang digunakan untuk pekerjaan kolom adalah jenis bekisting kayu jenis *plywood* atau *multiplex*. Bekisting kolom berbentuk persegi panjang dengan ukuran 1,22 m x 2,44 m x 0,012 m. Metode pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom pada proyek pembangunan Gedung Apatrtemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Bekisting

Fabrikasi bekisting dilakukan masih di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan fabrikasi bekisting merupakan pekerjaan memotong kayu sesuai dengan gambar perencanaan. Pekerjaan fabrikasi bekisting kolom ini dapat dilakukan setelah pekerjaan fabrikasi bekisting balok dan pelat lantai selesai dikerjakan.

2. Pemasangan Bekisting

Sebelum dirakit sesuai gambar perencanaan, bekisting kolom dilumuri dengan minyak bekisting secara merata pada permukaan terlebih dahulu dengan tujuan agar beton cor nantinya tidak menempel pada bekisting. Selanjutnya bekisting kolom yang telah difabrikasi dibawa ke lokasi pemasangan bekisting dengan menggunakan alat berat *tower crane*.



Gambar 5. 11 Pemasangan Bekisting Kolom

3. Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran bekisting kolom dapat dilakukan setelah pekerjaan pengecoran bekisting kolom dimana beton sudah dalam keadaan mengeras.

5.3.1.3 Pekerjaan Pengecoran

Adapun berikut kebutuhan dalam pekerjaan pengecoran kolom yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Alat

Berikut alat yang digunakan pada pekerjaan pengecoran kolom :

- *Concrete bucket*
- *Truck mixer*
- *Vibrator*
- *Tower crane*
- *Air compressor*

2. Bahan

- Beton *ready mix* dengan mutu beton K-400

3. Langkah-langkah pekerjaan

- a) Membersihkan lokasi pengecoran dari segala kotoran dengan menggunakan alat *air compressor*.
- b) Membersihkan *concrete bucket* dari berbagai jenis kotoran.

- c) Sebelum dilakukan pengcoran hal pertama yang dilakukan adalah uji *slump* pada adukan beton yang dibawa *truck mixer*, dengan langkah sebagai berikut :
 - Ambil adukan beton yang baru saja dikeluarkan dari *mixer truck*.
 - Letakkan alat kerucut di atas pelat.
 - Masukkan beton ke dalam kerucut lebih kurang 1/3 bagian nya lalu dipadatkan dengan cara dirojok dengan batang pematat secara merata sebanyak 25 kali.
 - Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga, penusukkan batang pematat hanya untuk lapisan bersangkutan saja dan tidak mengenai lapisan sebelumnya.
 - Ratakan permukaan atasnya dengan batang pematat.
 - Selanjutnya diukur penurunan yang terjadi yaitu perbedaan antara tinggi awal dengan tinggi akhir antara 100-200 mm, sesuai RKS.
 - Apabila hasil *slump* sesuai nilai yang disyaratkan di RKS, maka beton dapat digunakan. Apabila hasil *slump* tidak memenuhi maka beton dapat dikembalikan.
- d) Memindahkan adukan beton *ready mix* dari *truck mixer* ke *concrete bucket* yang telah disiapkan.
- e) Pengangkatan *concrete bucket* dengan menggunakan *tower crane*. Kemudian dilakukan penuangan campuran beton pada kolom secara bertahap.



Gambar 5. 12 Proses Pengecoran Kolom

- f) Selama proses pengecoran dilakukan pemadatan dengan menggunakan *vibrator* untuk mencegah timbulnya rongga kosong dan beton yang keropos.
- g) Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton (*curing*) selama 7 hari berturut-turut. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram atau membasahi beton.

5.3.2 Pekerjaan Shearwall

Shearwall atau biasa disebut dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan Gedung bertingkat. Fungsi utama dari *shearwall* sendiri adalah untuk menahan beban lateral seperti gaya gempa dan angin. . Pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik memiliki 2 tipe *shearwall*, dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Dimensi *Shearwall* :
 - *Shearwall 1* = 3 m (vertikal)
4,8 m (horizontal)
 - *Shearwall 2* = 3 m (vertikal)
5,15 m (horizontal)
2. Tebal *Shearwall* : 13 cm
3. Tulangan *Shearwall* :
 - Tulangan Kait = D10-150 mm
 - Tulangan Sengkang = D10-150 mm

- Tulangan Utama = D13
- 4. Mutu Beton : K-300

5.3.2.1 Pekerjaan Pembesian

Metode pelaksanaan pekerjaan pembesian shearwall pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Tulangan

Fabrikasi tulangan pada proyek ini dilakukan di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan ini meliputi pemotongan besi, pembengkokan besi, dan pengaitan besi sesuai dengan gambar perencanaan menggunakan alat *bar cutter* dan *bar bender*.



Gambar 5. 13 Proses Fabrikasi Tulangan *Shearwall*

2. Pemasangan Tulangan

Tulangan *shearwall* yang telah difabrikasi kemudian di bawa ke lokasi pemasangan tulangan dengan menggunakan alat berat *tower crane*. Untuk ujung tulangan *shearwall* lantai 1 dimasukkan ke tulangan *pile cap*, sedangkan untuk ujung tulangan *shearwall* lantai 2-9 dimasukkan ke tulangan *shearwall* di lantai sebelumnya sebagai penjangkaran yang kemudian dikaitkan dengan menggunakan kawat bendarat.



Gambar 5. 14 Pemasangan Tulangan *Shearwall*

3. Pekerjaan Block-Out Link Beam

Block-out disini bertujuan untuk menutupi daerah *shearwall* dengan menggunakan *sterofoam* supaya tidak tercor ketika proses pengecoran. Daerah yang di *block-out* adalah daerah yang nantinya sebagai tempat penjangkaran tulagan dari balok.



Gambar 5. 15 Pemasangan *Block-Out Link Beam*

4. Pemasangan Beton Decking

Setelah pekerjaan pembesian selesai dilakukan kemudian melakukan pekerjaan memasang beton *decking* untuk menjaga jarak selimut beton pada bagian sisi samping *shearwall*, lalu diikat agar tidak berubah posisi selama proses pekerjaan pengecoran. Ukuran ketebalan beton *decking* pada pekerjaan kolom dibuat sebesar 20 mm, dan diameter beton *decking* 40 mm.



Gambar 5. 16 Beton Decking *Shearwall*

5.3.2.2 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting *shearwall* dilakukan setelah pekerjaan pemasangan tulangan *shearwall* selesai. Bekisting yang digunakan untuk pekerjaan *shearwall* adalah jenis bekisting kayu jenis *plywood* atau *multiplex*. Bekisting *shearwall* berbentuk persegi panjang. Metode pelaksanaan pekerjaan bekisting tangga pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Bekisting

Fabrikasi bekisting dilakukan masih di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan fabrikasi bekisting merupakan pekerjaan memotong kayu sesuai dengan gambar perencanaan. Pekerjaan fabrikasi bekisting *shearwall* ini dapat dilakukan setelah pekerjaan fabrikasi bekisting kolom selesai dikerjakan.

2. Pemasangan Bekisting

Sebelum dirakit sesuai gambar perencanaan, bekisting *shearwall* dilumuri dengan minyak bekisting secara merata pada permukaan terlebih dahulu dengan tujuan agar beton cor nantinya tidak menempel pada bekisting. Selanjutnya bekisting *shearwall* yang telah difabrikasi di bawa ke lokasi pemasangan bekisting dengan menggunakan alat berat *tower crane*. Pemasangan bekisting pada *shearwall* dipasang sesuai garis marking yang telah diukur oleh *surveyor*. Kemudian melakukan pengaturan terhadap pipa

support agar posisi bekisting tidak terjadi pergeseran serta untuk menjaga agar bekisting tetap tegak lurus terhadap lantai.



Gambar 5. 17 Pemasangan Bekisting *Shearwall*

3. Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran bekisting *shearwall* dapat dilakukan setelah pekerjaan pengecoran bekisting *shearwall* dimana beton sudah dalam keadaan mengeras.

5.3.2.3 Pekerjaan Pengecoran

Adapun berikut kebutuhan dalam pekerjaan pengecoran *shearwall* yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Alat

Berikut alat yang digunakan pada pekerjaan pengecoran *shearwall* :

- *Concrete bucket*
- *Truck mixer*
- *Vibrator*
- *Tower crane*
- *Air compressor*

2. Bahan

- Beton *ready mix* dengan mutu beton K-300

3. Langkah-langkah pekerjaan

- a) Membersihkan lokasi pengecoran dari segala kotoran dengan menggunakan alat *air compressor*.
- b) Membersihkan *concrete bucket* dari berbagai jenis kotoran.
- c) Sebelum dilakukan pengecoran hal pertama yang dilakukan adalah uji *slump* pada adukan beton yang dibawa *truck mixer*, dengan langkah sebagai berikut :
 - Ambil adukan beton yang baru saja dikeluarkan dari *mixer truck*.
 - Letakkan alat kerucut di atas pelat.
 - Masukkan beton ke dalam kerucut lebih kurang 1/3 bagian nya lalu dipadatkan dengan cara dirojok dengan batang pematat secara merata sebanyak 25 kali.
 - Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga, penusukkan batang pematat hanya untuk lapisan bersangkutan saja dan tidak mengenai lapisan sebelumnya.
 - Ratakan permukaan atasnya dengan batang pematat.
 - Selanjutnya diukur penurunan yang terjadi yaitu perbedaan antara tinggi awal dengan tinggi akhir antara 100-200 mm, sesuai RKS.
 - Apabila hasil *slump* sesuai nilai yang disyaratkan di RKS, maka beton dapat digunakan. Apabila hasil *slump* tidak memenuhi maka beton dapat dikembalikan.
- d) Memindahkan adukan beton *ready mix* dari *truck mixer* ke *concrete bucket* yang telah disiapkan.
- e) Pengangkatan *concrete bucket* dengan menggunakan *tower crane*. Kemudian dilakukan

penuangan campuran beton pada *shearwall* secara bertahap.



Gambar 5. 18 Proses Pengecoran *Shearwall*

- f) Pada proses pemasukan menggunakan *vibrator* bertujuan agar campuran beton cair dapat mengisi seluruh celah pada tulangan. *Vibrator* dimasukkan dengan cara naik turun tidak boleh hanya satu titik saja karena akan menyebabkan naiknya air beton dan pengumpulan setempat pada batu pecah, sehingga mengakibatkan beton keropos. Pemasukan dilakukan secara bertahap yaitu setelah penuangan 1/3, 1/2, dan 3/4 tinggi *shearwall*.
- g) Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton (*curing*) selama 7 hari berturut-turut. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram atau membasahi beton.

5.3.3 Pekerjaan Balok

Balok merupakan salah satu pekerjaan beton bertulang. Balok merupakan bagian struktur yang berfungsi sebagai dudukan lantai dan pengikat kolom antara lantai bawah dan lantai atas. Balok juga berfungsi sebagai rangka penguat horizontal bangunan terhadap beban yang diterima bangunan. Berikut adalah spesifikasi balok pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik :

1. Tulangan Utama :
 - Diameter Tulangan = D16 dan D13
 - Kuat Leleh = fy 500 MPa
2. Tulangan Sengkang :
 - Diameter Tulangan = Ø10 dan Ø8
 - Kuat Leleh = fy 240 MPa

5.3.3.1 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting balok dilakukan setelah pekerjaan pemasangan perancah selesai. Bekisting yang digunakan untuk pekerjaan balok adalah jenis bekisting kayu jenis *plywood* atau *multiplex*. Ukuran bekisting balok yang digunakan yaitu 1,22 m x 2,44 m x 0,012 m. Metode pelaksanaan pekerjaan bekisting kolom pada proyek pembangunan Gedung Apatrtemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Bekisting

Fabrikasi bekisting dilakukan masih di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan fabrikasi bekisting merupakan pekerjaan memotong kayu sesuai dengan gambar perencanaan. Pekerjaan fabrikasi bekisting balok ini dapat dilakukan setelah pekerjaan fabrikasi bekisting *shearwall* pada lantai sebelumnya selesai dikerjakan.

2. Pemasangan Bekisting

Sebelum di bawa ke lokasi pemasangan, bekisting balok dilumuri dengan minyak bekisting secara merata pada permukaan terlebih dahulu dengan tujuan agar beton cor nantinya tidak menempel pada bekisting. Kemudian pastikan perancah sudah dipasang. Selanjutnya bekisting balok yang telah difabrikasi di bawa ke lokasi pemasangan bekisting dengan menggunakan alat berat *tower crane*.



Gambar 5. 19 Pemasangan Perancah

3. Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran bekisting balok dapat dilakukan setelah pekerjaan pengecoran bekisting balok dimana beton sudah dalam keadaan mengeras.

5.3.3.2 Pekerjaan Pembesian

Metode pelaksanaan pekerjaan pembesian balok pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Tulangan

Fabrikasi tulangan pada proyek ini dilakukan di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan ini meliputi pemotongan besi, pembengkokan besi, dan pengaitan besi sesuai dengan gambar perencanaan menggunakan alat *bar cutter* dan *bar bender*.

2. Pemasangan Tulangan

Tulangan balok yang telah difabrikasi kemudian dibawa ke lokasi pemasangan tulangan dengan menggunakan alat berat *tower crane*. Untuk ujung tulangan balok dimasukkan ke tulangan kolom sebagai penjangkaran yang kemudian dikaitkan dengan menggunakan kawat bendrat.



Gambar 5. 20 Pemasangan Tulangan Balok

3. Pemasangan Beton Decking

Setelah pekerjaan pembesian selesai dilakukan kemudian melakukan pekerjaan memasang beton *decking* untuk menjaga jarak selimut beton pada bagian bawah dan sisi samping balok, lalu diikat agar tidak berubah posisi selama proses pekerjaan pengecoran. Tebal beton *decking* pada balok sebesar 40 mm.

5.3.3.3 Pekerjaan Pengecoran

Adapun berikut kebutuhan dalam pekerjaan pengecoran balok yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Alat

Berikut alat yang digunakan pada pekerjaan pengecoran balok :

- *Concrete bucket*
- *Truck mixer*
- *Vibrator*
- *Tower crane*
- *Air compressor*

2. Bahan

- Beton *ready mix*

3. Langkah-langkah pekerjaan

- a) Membersihkan lokasi pengecoran dari segala kotoran dengan menggunakan alat *air compressor*.

- b) Membersihkan *concrete bucket* dari berbagai jenis kotoran.
- c) Sebelum dilakukan pengecoran hal pertama yang dilakukan adalah uji *slump* pada adukan beton yang dibawa *truck mixer*, dengan langkah sebagai berikut :
 - Ambil adukan beton yang baru saja dikeluarkan dari *mixer truck*.
 - Letakkan alat kerucut di atas pelat.
 - Masukkan beton ke dalam kerucut lebih kurang 1/3 bagian nya lalu dipadatkan dengan cara dirojok dengan batang pematat secara merata sebanyak 25 kali.
 - Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga, penusukkan batang pematat hanya untuk lapisan bersangkutan saja dan tidak mengenai lapisan sebelumnya.
 - Ratakan permukaan atasnya dengan batang pematat.
 - Selanjutnya diukur penurunan yang terjadi yaitu perbedaan antara tinggi awal dengan tinggi akhir antara 100-200 mm, sesuai RKS.
 - Apabila hasil *slump* sesuai nilai yang disyaratkan di RKS, maka beton dapat digunakan. Apabila hasil *slump* tidak memenuhi maka beton dapat dikembalikan.
- d) Memindahkan adukan beton *ready mix* dari *truck mixer* ke *concrete bucket* yang telah disiapkan.
- e) Pengangkatan *concrete bucket* dengan menggunakan *tower crane*. Kemudian dilakukan penuangan campuran beton pada kepala kolom terlebih dahulu secara bertahap. Setelah itu dilanjutkan dengan pekerjaan pengecoran balok yang dilakukan bersamaan dengan pekerjaan pengecoran pelat lantai



Gambar 5. 21 Proses Pengecoran Balok

- f) Selama proses pengecoran dilakukan pemadatan dengan menggunakan *vibrator* untuk mencegah timbulnya rongga kosong dan beton yang keropos.
- g) Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton (*curing*) selama 7 hari berturut-turut. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram atau membasahi beton.

5.3.4 Pekerjaan Pelat Lantai

Pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik untuk pekerjaan pelat lantai menggunakan metode *half slab precast*. *Half slab precast* merupakan penggabungan metode beton pracetak dengan metode konvensional dimana bagian bawah dari pelat menggunakan beton pracetak dan ditutup dengan metode konvensional sebagai *topping*. Pada proyek ini memiliki 21 tipe *half slab precast*, dengan spesifikasi sebagai berikut :

1. Tipe dan Dimensi *Half Slab Precast* :
 - Tipe A-1 = 1,875 x 4,175 m
 - Tipe A-2 = 2,000 x 4,175 m
 - Tipe A-3 = 1,275 x 3,475 m
 - Tipe A-4 = 1,300 x 4,175 m
 - Tipe A-5 = 4,025 x 2,625 m
 - Tipe A-6 = 1,275 x 2,225 m

- Tipe A-7 = 1,100 x 4,328 m
 - Tipe A-8 = 1,275 x 2,225 m
 - Tipe A-8A = 1,275 x 2,225 m
 - Tipe A-9 = 4,025 x 2,600 m
 - Tipe A-10 = 1,875 x 4,325 m
 - Tipe A-11 = 2,000 x 4,325 m
 - Tipe A-12 = 1,300 x 4,250 m
 - Tipe A-13 = 2,000 x 4,250 m
 - Tipe A-14 = 1,875 x 4,250 m
 - Tipe A-15 = 4,025 x 2,175 m
 - Tipe A-16 = 1,100 x 4,194 m
 - Tipe A-17 = 1,277 x 2,167 m
 - Tipe A-18 = 1,277 x 2,282 m
 - Tipe A-19 = 1,100 x 4,281 m
 - Tipe A-20 = 4,025 x 2,685 m
 - Tipe A-21 = 1,275 x 2,225 m
2. Tebal *Half Slab Precast* : 7 cm
 3. Tulangan *Half Slab Precast* : D10-200
 4. Mutu Beton : K-300

5.3.4.1 Tahap Penumpukan

Setelah tahap pembuatan atau fabrikasi selesai dilaksanakan, *half slab precast* di kirim ke lokasi proyek dan kemudian disimpan terlebih dahulu di *stock yard*. Hal itu dikarenakan pembuatan *half slab precast* lebih cepat dibandingkan pekerjaan lain sedangkan pemasangan *half slab precast* harus menunggu pekerjaan pemasangan tulangan balok selesai. Sehingga *half slab precast* dibuat dalam jumlah banyak agar mempercepat pekerjaan pelat lantai.

5.3.4.2 Tahap Pengangkatan

Tahap pengangkatan *half slab precast* dilakukan dengan menggunakan alat berat *tower crane* dari lokasi

stock yard menuju ke lokasi pemasangan. Pengangkatan dilakukan dengan memasang *sling* berupa kawat baja pada ke 4 titik angkat pelat terlebih dahulu, kemudian pengangkatan dilakukan secara berhati-hati untuk menjaga agar posisi *half slab precast* tetap datar.



Gambar 5. 22 Pengangkatan *Half Slab Precast*

5.3.4.3 Tahap Pemasangan

Pada tahap pemasangan *half slab precast* harus direncanakan sematang mungkin, baik dari segi peralatan, pekerja, dan proses pemasangannya. Alat berat yang digunakan untuk mengangkat *half slab precast* hingga terpasang pada posisi yang tepat adalah *tower crane*.

Berikut adalah hal-hal yang perlu diperhatikan sebelum pemasangan *half slab precast*, antara lain :

- Untuk peralatan seperti *tower crane* harus sudah siap terlebih dahulu di lokasi proyek sebelum *half slab precast* disiapkan.
- Perencanaan posisi *tower crane* dilapangan harus memiliki panjang jangkauan yang dapat mencapai setiap bagian dari struktur pada *half slab precast* yang akan dipasang.
- Dilakukan pengecekan terhadap tulangan dan kondisi *half slab precast* sebelum dipasang.
- Dalam menjalankan tugasnya operator *tower crane* dibantu tenaga kerja untuk penempatan *half slab precast* pada posisi akhir.

- Memberikan ruang kerja bagi aktivitas *tower crane* selama pemasangan *half slab precast* agar tidak terganggu dengan aktivitas lain di proyek.

Tahap pemasangan *half slab precast* dilakukan setelah perancah atau *scaffolding* sudah didirikan dan pekerjaan pemasangan tulangan balok selesai dilaksanakan.



Gambar 5. 23 Pemasangan Half Slab Precast

5.3.4.4 Tahap Penyambungan

Tahap penyambungan dilakukan setelah *half slab precast* terpasang. Pada tahap ini, besi tulangan *half slab precast* disambungkan dengan tulangan balok.

5.3.4.5 Tahap Pengecoran

Setelah tahap penyambungan selesai, selanjutnya adalah tahap pengecoran *cast in-situ*. Pengecoran dilakukan setebal 5 cm yang dapat dari pengurangan antara dimensi total tebal pelat lantai sebesar 12 cm dengan dimensi *half slab precast* setebal 7 cm. Pengecoran pada tahap ini juga termasuk pada pengecoran sisa balok yang belum dicor arena pengurangan ketebalan pelat akibat *half slab precast* tersebut. Pengecoran pelat lantai dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete bucket* yang diangkat dengan menggunakan *tower crane*. Mutu beton yang digunakan pada pekerjaan pelat lantai adalah mutu beton K-300.



Gambar 5. 24 Pengecoran Pelat Lantai

5.3.5 Pekerjaan Tangga

Tangga merupakan suatu bagian dari bangunan yang berfungsi sebagai alat penghubung antara lantai bawah dengan lantai atas pada bangunan bertingkat. Tangga merupakan suatu komponen yang penting dalam sebuah konstruksi.

5.3.5.1 Pekerjaan Bekisting

Pekerjaan bekisting tangga dilakukan setelah pekerjaan pemasangan bekisting balok dan pelat lantai selesai. Bekisting yang digunakan untuk pekerjaan *shearwall* adalah jenis bekisting kayu jenis *plywood* atau *multiplex*. Dalam penggunaannya bekisting dapat direncanakan untuk beberapa kali pemakaian tergantung dari bahan pembuatan dan dimensi tangga yang digunakan serta beban yang harus ditahan saat pengecoran Metode pelaksanaan pekerjaan bekisting tangga pada proyek pembangunan Gedung Apatrtemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Bekisting

Fabrikasi bekisting dilakukan masih di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan fabrikasi bekisting merupakan pekerjaan memotong kayu sesuai dengan gambar perencanaan. Pekerjaan fabrikasi bekisting tangga ini dapat dilakukan setelah pekerjaan fabrikasi bekisting balok dan pelat lantai selesai dikerjakan.

2. Pemasangan Bekisting

Sebelum dipasang sesuai gambar perencanaan, bekisting tangga dilumuri dengan minyak bekisting secara merata pada permukaan terlebih dahulu dengan tujuan agar beton cor nantinya tidak menempel pada bekisting. Kemudian pastikan perancah sudah dipasang. Selanjutnya bekisting tangga yang telah difabrikasi di bawa ke lokasi pemasangan bekisting dengan menggunakan alat berat *tower crane*. Untuk bekisting anak tangga dipasang setelah pekerjaan pemberesan tulangan pelat tangga selesai dikerjakan.



Gambar 5. 25 Pemasangan Bekisting Anak Tangga

3. Pembongkaran Bekisting

Pembongkaran bekisting tangga dapat dilakukan setelah pekerjaan pengecoran bekisting tangga dimana beton sudah dalam keadaan mengeras.

5.3.5.2 Pekerjaan Pemberesan

Metode pelaksanaan pekerjaan pemberesan tangga pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik meliputi :

1. Fabrikasi Tulangan

Fabrikasi tulangan pada proyek ini dilakukan di area sekitar lokasi proyek. Pekerjaan ini meliputi pemotongan besi, pembengkokan besi, dan pengaitan besi sesuai dengan gambar perencanaan menggunakan alat *bar cutter* dan *bar bender*.

2. Pemasangan Tulangan

Tulangan tangga yang telah difabrikasi kemudian di bawa ke lokasi pemasangan tulangan dengan menggunakan alat berat *tower crane*. Untuk ujung tulangan pelat tangga dimasukkan ke tulangan balok, sedangkan ujung tulangan bordes tangga dimasukkan ke tulangan *shearwall* sebagai penjangkaran yang kemudian dikaitkan dengan menggunakan kawat bendrat. Untuk tulangan anak tangga dipasang setelah pemasangan tulangan pelat tangga selesai dan setelah melakukan marking letak anak tangga agar sesuai dengan gambar rencana.



Gambar 5. 26 Pemasangan Tulangan Pelat Tangga

3. Pemasangan Beton Decking

Setelah pekerjaan pemberian selisih selesai dilakukan kemudian melakukan pekerjaan memasang beton *decking* untuk menjaga jarak selimut beton pada bagian bawah dan sisi samping tangga, lalu diikat agar tidak berubah posisi selama proses pekerjaan pengecoran. Tebal beton *decking* pada tangga sebesar 25 mm.

5.3.5.3 Pekerjaan Pengecoran

Adapun berikut kebutuhan dalam pekerjaan pengecoran tangga yang direncanakan adalah sebagai berikut :

1. Alat

Berikut alat yang digunakan pada pekerjaan pengecoran tangga :

- *Concrete bucket*
- *Truck mixer*
- *Vibrator*
- *Tower crane*
- *Air compressor*

2. Bahan

- Beton *ready mix*

3. Langkah-langkah pekerjaan

- a) Membersihkan lokasi pengecoran dari segala kotoran dengan menggunakan alat *air compressor*.
- b) Membersihkan *concrete bucket* dari berbagai jenis kotoran.
- c) Sebelum dilakukan pengecoran hal pertama yang dilakukan adalah uji *slump* pada adukan beton yang dibawa *truck mixer*, dengan langkah sebagai berikut :
 - Ambil adukan beton yang baru saja dikeluarkan dari *mixer truck*.
 - Letakkan alat kerucut di atas pelat.
 - Masukkan beton ke dalam kerucut lebih kurang 1/3 bagian nya lalu dipadatkan dengan cara dirojok dengan batang pematat secara merata sebanyak 25 kali.
 - Lakukan hal yang sama untuk lapisan kedua dan ketiga, penusukkan batang pematat hanya untuk lapisan bersangkutan saja dan tidak mengenai lapisan sebelumnya.
 - Ratakan permukaan atasnya dengan batang pematat.

- Selanjutnya diukur penurunan yang terjadi yaitu perbedaan antara tinggi awal dengan tinggi akhir sesuai RKS.
 - Apabila hasil *slump* sesuai nilai yang disyaratkan di RKS, maka beton dapat digunakan. Apabila hasil *slump* tidak memenuhi maka beton dapat dikembalikan.
- d) Memindahkan adukan beton *ready mix* dari *truck mixer* ke *concrete bucket* yang telah disiapkan.
- e) Pengangkatan *concrete bucket* dengan menggunakan *tower crane*. Kemudian dilakukan penuangan campuran beton pada tangga secara bertahap dimulai dari tangga bagian atas, dilanjutkan ke bagian bordes tangga, selanjutnya ke tangga bagian bawah. Pekerjaan pengecoran tangga ini dilakukan bersamaan dengan pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai.
- f) Selama proses pengecoran dilakukan pemadatan dengan menggunakan *vibrator* untuk mencegah timbulnya rongga kosong dan beton yang keropos.
- g) Setelah dilaksanakan pengecoran, maka untuk menjaga agar mutu beton tetap terjaga dilakukan perawatan beton (*curing*) selama 7 hari berturut-turut. Perawatan beton yang dilakukan adalah dengan menyiram atau membasahi beton.



Gambar 5. 27 Proses Pengecoran Tangga

5.4 Pengendalian Mutu

Pekerjaan pengendalian mutu merupakan serangkaian tindakan sepanjang siklus proyek mulai dari penyusunan program, perencanaan, pengawasan, pemeriksaan, dan pengendalian mutu agar instalasi yang dibangun atau produk yang dihasilkan yang terdiri dari komponen peralatan dan material dapat memenuhi semua persyaratan yang ditentukan dalam kriteria spesifikasi.

5.4.1 Beton Ready Mix

Kontrol mutu beton disini dilakukan saat beton *ready mix* tiba di lokasi proyek. Sebelum pekerjaan struktur beton dimulai, beton *ready mix* dievaluasi terlebih dahulu untuk mendapatkan proporsi campuran yang menghasilkan kuat tekan target beton sesuai yang diisyaratkan. Pengujian yang dilakukan terdiri dari slump test dan diambil sampel untuk benda uji test kuat tekan beton di laboratorium. Berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 5.6.2 tentang evaluasi pengujian yaitu :

- I. Benda uji untuk uji kekuatan setiap mutu beton yang di cor setiap hari harus diambil dari tidak kurang dari sekali sehari, atau tidak kurang dari sekali untuk setiap 110 m^3 beton, atau tidak kurang dari sekali untuk setiap 460 m^2 luasan permukaan lantai atau dinding.
- II. Pada suatu pekerjaan pengecoran, jika volume total adalah sedemikian hingga frekuensi pengujian yang disyaratkan oleh poin I hanya akan menghasilkan jumlah uji kekuatan beton kurang dari lima untuk suatu mutu beton, maka benda uji harus diambil dari paling sedikit lima adukan yang dipilih secara acak atau dari masing-masing adukan bilamana jumlah adukan yang digunakan adalah kurang dari lima.
- III. Jika volume total dari suatu mutu beton yang digunakan kurang dari 38 m^3 , maka pengujian kekuatan tekan tidak perlu dilakukan bila bukti

- terpenuhinya kekuatan tekan diserahkan dan disetujui oleh pengawas lapangan.
- IV. Suatu uji kekuatan tekan harus merupakan nilai kekuatan tekan rata-rata dari paling sedikit dua silinder 150 x 300 mm atau paling sedikit tiga silinder 100 x 200 mm yang dibuat dari adukan beton yang samadan diuji pada umur beton 28 hari atau pada umur uji yang ditetapkan untuk penentuan $f'c$.

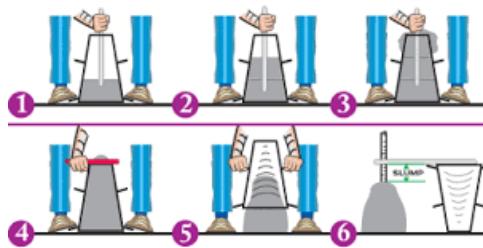
- Uji Slump

Pelaksanaan uji slump ini bertujuan untuk mengetahui *workability* atau kemudahan dalam pelaksanaan pekerjaan pengecoran beton, tingkat kemudahan pekerjaan beton sangat berkaitan erat dengan keenceran adukan beton tersebut. Makin cair kondisi beton segar, maka akan semakin mudah dalam penggerjaannya, selain itu juga bertujuan untuk menghindari terjadinya *bleeding* atau pemisahan air.

Pengujian slump ini dilakukan dengan menggunakan corong konus yang terbuat dari baja. Corong ini mempunyai dimensi diameter bawah 20 cm dan diameter atas 10 cm, serta tinggi 30 cm. Proses pengujian slump ini adalah dengan cara memasukkan sampel beton *ready mix* ke dalam corong dengan tiga tahap pengisian, setiap pengisian sekitar sepertiga bagian dari tinggi slump kemudian dilakukan penumbukan sebanyak 25 kali secara merata setiap kali pengisian. Begitu seterusnya sampai sepertiga terakhir kemudian diratakan menggunakan alat penumbuknya, setelah itu corong konus diangkat pelan – pelan secara vertikal. Cara menghitung nilai slump adalah meletakkan corong disamping adukan slump secara terbalik dan meletakkan tongkat

penumbuk secara horizontal diatas corong dan adukan slump. Dari situ dapat diamati nilai slump dengan menggunakan alat ukur seperti meteran atau penggaris.

Apabila nilai slump dibawah atau diatas nilai yang dipersyaratkan sesuai dengan RKS maka pengawas berhak untuk tidak menyetujui beton *ready mix* tersebut. Dan jika nilai slump beton memenuhi syarat, maka selanjutnya beton *ready mix* dapat digunakan untuk pengecoran beton.



Gambar 5. 28 Slump Test
(Sumber: <http://sipil.id/slumptest/>[Diakses pada 29 Mei 2020])

- **Uji Kuat Tekan**

Pengujian kuat tekan ini didasarkan pada peraturan SNI 03-1974-1990 yang dilakukan dengan pengambilan benda uji yang diambil dari *truck mixer*. Untuk satu *truck mixer* diambil 4 benda uji berbentuk silinder dengan cetakan yang terbuat dari besi ukuran tinggi 30 cm dan diameter 15 cm. Setelah cetakan diisi dengan beton, kemudian diberi nama dan tanggal pembuatan benda uji. Benda uji ini akan dilakukan pengujian kuat tekan di laboratorium pada usia 7 hari, 14 hari, 21 hari dan 28 hari. Proses pengujian beton

dimulai dengan meletakkan benda uji pada mesin tekan secara sentris, lalu jalankan mesin tekan dengan penambahan beban yang konstan berkisar antara 2 sampai 4 kg/cm^2 per detik. Lakukan pembebanan sampai benda uji menjadi hancur dan catatlah beban maksimum yang terjadi selama pemeriksaan benda uji dan terakhir gambar bentuk pecah dan catatlah keadaan benda uji. Hasil pemeriksaan diambil nilai rata-rata dari minimum 2 benda uji atau sesuai dengan peraturan yang dijelaskan sebelumnya.

Jika hasil kuat tekan beton dari laboratorium memenuhi syarat maka pekerjaan konstruksi beton sudah benar, tetapi jika ternyata mutu beton tidak masuk atau dibawah persyaratan maka selanjutnya dilakukan *hammer test* dan *coredril* secara acak atau random. Jika hasil uji kuat tekan beton menunjukkan bahwa kuat tekan target beton tidak memenuhi syarat maka beton *ready mix* tersebut tidak dapat digunakan dan harus dikirim beton *ready mix* yang sesuai dengan perencanaan.



Gambar 5. 29 Uji Kuat Tekan Beton
(Sumber: <http://testindo.com/ujibeton/> [Diakses pada 29 Mei 2020])

5.4.2 Perawatan Beton

Perawatan beton dilakukan setelah proses pengecoran, bekisting pada setiap elemen terus dilakukan pemantauan. Untuk struktur kolom, bekisting dapat dilepas setelah umur 1 x 24 jam. Untuk pelat lantai dan balok, bekisting dapat dilepas pada umur 3 x 24 jam. Karena sampai dengan umur 28 hari beton segar masih melakukan pengikatan, maka beton segar harus dalam kondisi lembab, jadi beton yang telah dilepas bekistingnya perlu dilindungi dengan penutup karung goni basah atau plastik dan disemprot air setiap pagi dan sore hari. Proses perawatan beton ini dilakukan selama 7 hari dari waktu dilepasnya bekisting dari setiap struktur.

5.4.3 Perawatan Bekisting

Untuk pengecekan bekisting dimulai dari cetakan, pembersihan cetakan, dan pembongkaran cetakan. Semua itu didasarkan pada Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBI) 1971 :

- Desain cetakan harus menghasilkan struktur akhir yang memenuhi bentuk, garis, dan dimensi komponen struktur seperti yang telah direncanakan.
- Pengecekan terhadap kekuatan bekisting dilakukan agar bekisting tersebut dapat menahan beban dan tekanan yang diakibatkan oleh kekuatan beton tersebut. Pada pengecekan kekuatan bekisting ini juga disesuaikan dengan hasil cek lendutan bekisting.
- Pembersihan bekisting dilakukan dengan menyemprotkan air pada bekisting untuk menghilangkan sisa-sisa kawat bendrat atau kotoran lainnya yang apabila sampai tercampur dengan beton akan mengurangi kualitas beton.
- Pembongkaran cetakan harus dengan cara sedemikian rupa agar tidak mengurangi keamanan dan kemampuan layan struktur. Beton yang akan terpapar

dengan adanya pembongkaran cetakan harus memiliki kekuatan yang cukup yang tidak akan rusak oleh pelaksanaan pembongkaran.

5.4.4 Perawatan Tulangan

Pengecekan tulangan dilakukan berdasarkan SNI 2847:2013 pasal 7. Pengecekan tulangan meliputi : dimensi tulangan utama dan sengkang, ukuran kait dan bengkokan, jumlah tulangan, jarak antar tulangan, jarak sengkang, sambungan lewatan antar tulangan, dan ketebalan beton decking harus sesuai dengan standar gambar yang telah direncanakan.

5.5 Keselamatan dan Kesehatan Kerja

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi yang selanjutnya disingkat K3 Konstruksi adalah kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi. Setiap proyek konstruksi harus benar-benar menjaga keselamatan dan kesehatan kerja seluruh pekerja. Apabila keselamatan dan kesehatan kerja (K3) diabaikan oleh proyek konstruksi maka dapat menimbulkan resiko berupa keselamatan pekerja, kerusakan harta benda, dan lain-lain.

Berikut ini merupakan rincian penyelenggaraan Sistem Manajemen K3 Konstruksi berdasarkan Surat Edaran Menteri Nomor 66/SE/M/2015.

1. Penyiapan Rencana Keselamatan dan Kesehatan Kerja Kontrak (RK3K) terdiri atas:
 - a) Pembuatan Manual, Prosedur, Instruksi Kerja, Ijin Kerja Dan Formuli
 - b) Pembuatan Kartu Identitas Pekerja (KIP).
2. Sosialisasi dan Promosi K3 terdiri atas:
 - a) Induksi K3 (Safety Induction)

- b) Pengarahan K3 (safety briefing: Pertemuan Keselamatan (SafetyTalk dan/atau Tool Box Meeting)
 - c) Pelatihan K3
 - d) Simulasi K3
 - e) Spanduk (banner)
 - f) Poster
 - g) Papan Informasi K3.
3. Alat Pelindung Kerja Terdiri Atas:
- a) Jaring Pengaman (Safety Net)
 - b) Tali Keselamatan (Life Line)
 - c) Penahan Jatuh (Safety Deck)
 - d) Pagar Pengaman (Guard Railling)
 - e) Pembatas Area (Restricted Area).
4. Alat Pelindung Diri Terdiri Atas:
- a) Topi Pelindung (Safety Helmet);
 - b) Pelindung Mata (Goggles, Spectacles);
 - c) Tameng Muka (Face Shield);
 - d) Masker Selam (Breathing Apparatus);
 - e) Pelindung Telinga (Ear Plug, Ear Muff);
 - f) Pelindung Pernafasan Dan Mulut (Masker);
 - g) Sarung Tangan (Safety Gloves);
 - h) Sepatu Keselamatan (Safety Shoes);
 - i) Penunjang Seluruh Tubuh (Full Body Harness);
 - j) Jaket Pelampung (Life Vest);
 - k) Rompi Keselamatan (Safety Vest);
 - l) Celemek (Apron/Coveralls);
 - m) Pelindung Jatuh (Fall Arrester);
5. Asuransi dan Perijinan Terdiri Atas:
- a) BPJS Ketenagakerjaan Dan Kesehatan Kerja;
 - b) Surat Ijin Kelaikan Alat;
 - c) Surat Ijin Operator;
 - d) Surat Ijin Pengesahan Panitia Pembina Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (P2K3);

6. Personil K3 dan/atau Petugas K3
 - a) Ahli K3 dan/atau Petugas K3;
 - b) Petugas Tanggap Darurat;
 - c) Petugas P3K;
 - d) Petugas Pengatur Lalu Lintas (Flagman); e. Petugas Medis.
7. Fasilitas sarana kesehatan;
 - a) Peralatan P3K (Kotak P3K, Tandu, Tabung Oksigen, Obat Luka, Perban, dll)
 - b) Ruang P3K (Tempat Tidur Pasien, Stetoskop, Timbangan Berat Badan, Tensi Meter, dll);
 - c) Peralatan Pengasapan (Fogging);
 - d) Obat Pengasapan.
8. Rambu - Rambu Terdiri Atas :
 - a) Rambu Petunjuk;
 - b) Rambu Larangan;
 - c) Rambu Peringatan;
 - d) Rambu Kewajiban;
 - e) Rambu Informasi;
 - f) Rambu Pekerjaan Sementara;
 - g) Tongkat Pengatur Lalu Lintas (Warning Lights Stick);
 - h) Kerucut Lalu Lintas (Traffic Cone);
 - i) Lampu Putar (Rotary Lamp);
 - j) Lampu Selang Lalu Lintas.
9. Lain- Lain Terkait Pengendalian Risiko K3
 - a) Alat Pemadam Api Ringan (APAR);
 - b) Sirine;
 - c) Bendera K3;
 - d) Jalur Evakuasi (Escape Route);
 - e) Lampu Darurat (Emergency Lamp);
 - f) Program Inspeksi Dan Audit Internal;
 - g) Pelaporan dan Penyelidikan Insiden.

Adapun persyaratan Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3) Ijin Lingkungan. Laporan perijinan yang harus tersedia di lapangan sebagai berikut :

1. Perijinan yang terkait dengan mendirikan bangunan gedung.
 - a) Ijin persiapan untuk pekerjaan pembongkaran, pembuatan pagar proyek dan penyiapan lahan.
 - b) Ijin Mendirikan Bangunan Sementara untuk pekerjaan fondasi
 - c) Ijin Mendirikan Bangunan Menyeluruh untuk pekerjaan struktur dan utilitas bangunan
2. Perijinan untuk melakukan pekerjaan (ijin cor beton, ijin pemasangan instalasi, dll.)
3. Perijinan penggunaan lahan lain yang digunakan untuk menunjang kegiatan proyek.
4. Perijinan dinas lalu lintas dan jalan raya yang terkait dengan pengaturan arus kendaraan proyek.
5. Perijinan dinas kebersihan yang terkait dengan kemungkinan pengotoran lingkungan sekitar lokasi proyek.
6. Perijinan yang menyangkut keselamatan dan kesehatan kerja dan lingkungan dari Departemen Kesehatan.

Untuk pembiayaan Sistem Manajemen K3 berdasarkan Surat Edaran Menteri Nomor 10/SE/M/2018. Dalam lampiran yang tertera dalam surat edaran tersebut, tertulis bahwa komponen atau item pekerjaan penyelenggaraan Keamanan dan Kesehatan Kerja serta Keselamatan Konstruksi dimasukkan dalam Daftar Kuantitas dan Harga besaran biaya berkisar antara 1.0% sampai 2.5% dari nilai pekerjaan atau sesuai dengan kebutuhan.

BAB VI

ANALISA WAKTU DAN BIAYA

6.1 Pekerjaan Persiapan

6.1.1 Pekerjaan Pengukuran atau Uitzet

Pada pekerjaan pengukuran atau uitzet dikerjakan menggunakan alat theodolite dan rol meter.

a. Data

- Luas Lahan = 11774,266 m² = 1,177 Ha
- Luas Bangunan = 520,08 m² = 0,052 Ha
- Keliling Lahan = 533,362 m = 0,533 km
- Keliling Bangunan = 105 m = 0,105 km

b. Kebutuhan Jam Kerja Dalam Pelaksanaan

Kebutuhan jam kerja dalam pelaksanaan pada pekerjaan pengukuran atau uitzet dihitung berdasarkan **tabel 2.12** untuk keperluan jam kerja buruh pengukuran.

- Perhitungan Durasi Pengukuran Rangka (Polygon Utama)
 - Lahan = $\frac{0,533 \text{ km}}{1,5} / 1 \text{ Grup} = 0,356 \text{ hari}$
 - Bangunan = $\frac{0,105 \text{ km}}{1,5} / 1 \text{ Grup} = 0,070 \text{ hari}$
- Perhitungan Durasi Pengukuran Situasi
 - Lahan = $\frac{1,177 \text{ Ha}}{5} / 1 \text{ Grup} = 0,235 \text{ hari}$
 - Bangunan = $\frac{0,052 \text{ Ha}}{5} / 1 \text{ Grup} = 0,010 \text{ hari}$
- Perhitungan Durasi Penggambaran atau Memplot Hasil Ukuran Situasi
 - Lahan = $\frac{1,177 \text{ Ha}}{20} / 1 \text{ Grup} = 0,059 \text{ hari}$
 - Bangunan = $\frac{0,052 \text{ Ha}}{20} / 1 \text{ Grup} = 0,003 \text{ hari}$

- Total Durasi
- Total Durasi = Durasi Pengukuran Rangka +
 Durasi Pengukuran Situasi +
 Durasi Penggambaran atau
 Memplot Hasil Ukuran Situasi
 $= 0,426 + 0,246 + 0,061$
 $= 0,733 \text{ hari}$
 $= 1 \text{ hari}$

Jadi, total waktu yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan pengukuran atau uitzet yaitu 1 hari

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Jam kerja 1 hari = 8 jam kerja

Direncanakan jumlah grup pelaksanaan :

- Pengukuran Rangka (Polygon Utama) = 1 Grup
 - Pengukuran Situasi = 1 Grup
 - Penggambaran Hasil Ukuran Situasi = 1 Grup
- Skala 1 : 2000

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Tenaga Surveyor = $\frac{0,006667}{0,006667} = 1 \text{ Pekerja}$
 - Pembantu Tukang = $\frac{0,013333}{0,006667} = 2 \text{ Pekerja}$
- Total Pekerja = 3 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Tenaga Surveyor = 1 Pekerja = 8 jam/hari
 - Pembantu Tukang = 1 Pekerja = 8 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 16 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Pengukuran atau Uitzet

Berikut ini merupakan perhitungan biaya pada pekerjaan pengukuran atau uitzet :

- Upah Pekerja
 - Tenaga Surveyor = 1 Pekerja x 1 hari x Rp 107.000,-
= Rp 107.000,-
 - Pembantu Tukang = 1 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
= Rp 95.000,-
- Harga Total = Rp 107.000,- + Rp 95.000,-
= Rp 202.000,-
- Biaya Alat
 - Sewa Alat Theodolit = 1 Set x 1 hari x Rp 150.000,-
= Rp 150.000,-
 - Total Biaya = Rp 202.000,- + Rp 150.000,-
= Rp 352.000,-

6.1.2 Pekerjaan Pemagaratan

Pekerjaan pemagaratan dilakukan secara menyeluruh mengelilingi lahan proyek. Metode yang digunakan dalam pekerjaan pemagaratan adalah metode manual atau dengan tenaga manusia.

a. Data

- Luas Lahan = 11774,266 m² = 1,177 Ha
- Luas Bangunan = 520,08 m² = 0,052 Ha
- Keliling Lahan = 533,362 m = 0,533 km
- Keliling Bangunan = 105 m = 0,105 km
- Tinggi Pagar = 1,8 m = 0,002 km
- Jarak antar Tiang = 1,6 m = 0,002 km
- Ukuran Tiang
 - Vertikal = $0,05 \times 0,07 \times 1,8$
= 0,0063 m³
 - Struktural = $0,05 \times 0,07$
= 0,0035 m²
- Ukuran Seng = $0,8 \times 1,8$
= 1,440 m²

Perhitungan Volume Tiang Vertikal

- Jumlah Tiang = $\frac{\text{Keliling Lahan}}{\text{Jarak antar Tiang}}$
 $= \frac{533,362 \text{ m}}{1,6 \text{ m}}$
 $= 334 \text{ buah}$
 $= 150 \text{ lonjor}$
- Volume Tiang = Jumlah Tiang x Volume Tiang Vertikal
 $= 334 \times 0,0063 \text{ m}^3$
 $= 2,104 \text{ m}^3$

Perhitungan Volume Tiang Struktural

Setiap jarak 1,6 m direncanakan dipasang tiang struktural sebanyak 2 buah.

- Volume Tiang = $2 \times \text{Volume Tiang Struktural} \times \text{Keliling Lahan}$
 $= 2 \times 0,0035 \text{ m}^2 \times 533,362 \text{ m}$
 $= 3,734 \text{ m}^3$
- Jumlah Tiang = $\frac{\text{Keliling Lahan} \times \text{Jumlah Tiang}}{\text{Panjang Tiang Dipasaran}}$
 $= \frac{533,362 \text{ m} \times 2}{4 \text{ m}}$
 $= 167 \text{ lonjor}$
- Volume Seng = $\text{Keliling Lahan} \times \text{Luas Seng}$
 $= 533,362 \text{ m} \times 1,440 \text{ m}^2$
 $= 768,041 \text{ m}^3$

Total Luas Seng = $\text{Keliling Lahan} \times \text{Tinggi Seng}$

$$= 533,362 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}$$

$$= 960,052 \text{ m}^2$$

Jumlah Seng = $\frac{\text{Keliling Lahan} \times \text{Tinggi Seng}}{\text{Luas Seng}}$

$$= \frac{533,362 \text{ m} \times 1,8 \text{ m}}{1,440 \text{ m}^2}$$

$$= 667 \text{ lembar}$$

Asumsi

Tabel 6. 1 Jam Kerja yang Diperlukan Setiap 2,36 m³ Konstruksi Ringan

Jenis Pekerjaan	Jam Kerja / 2,36 m ³		
	Persiapan	Mendinkan	Jumlah
1. Ambang :			
- sebatang kayu saja (single piece)	12 - 18	8 - 12	20 - 30
- terdiri dari beberapa batang kayu	15 - 25	8 - 12	25 - 35
2. Tiang, sebatang kayu	8 - 12	8 - 12	16 - 24
3. Pendukung Mendatar :			
- sebatang kayu	12 - 18	10 - 15	24 - 35
- beberapa batang kayu	15 - 25	10 - 15	27 - 40
4. Balok Pendukung Lantai :			
5 x 15, 5 x 20, 5 x 25, 5 x 30	12 - 18 / 10 - 15*	9 - 15 / 8 - 12*	22 - 23 / 18 - 27*
5. Balok Kerangka Langit-Langit :			
5 x 10, 5 x 15, 5 x 20	15 - 20	10 - 16	25 - 35
6. Penguna Balok-Balok Pendukung Lantai			
- setiap 1000 batang	10 - 15	10 - 15	20 - 30
- setiap 2,36 m ³	30 - 40	30 - 40	60 - 80
7. Kerangka tegak dinding 5 x 10, 5 x 15			
Kerangka dinding pemisah 5 x 7,5, 5 x 10, 5 x 15	12 - 25	8 - 12	18 - 37
8. Kayu penutup kerangka tegak (plates & caps)	-	8 - 15	20 - 40
9. Setiap 2,5 x 10, 2,5 x 12,5	-	-	30 - 50
10. Balok atas kuda-kuda pendukung atap	10 - 20	10 - 15	20 - 35
Bagian pendukung bumbungan dan lembah	20 - 30	12 - 20	30 - 45
11. Kuda-kuda ukuran kecil	25 - 30	15 - 20	40 - 50

*Untuk ukuran 5 x 30 dan lebih besar

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 7-9 halaman 178)

Tabel 6. 2 Jam Kerja yang Diperlukan untuk Memasang Papan

Jenis Pekerjaan	Jam Kerja / 10 m ²	Jam Kerja / 2,36 m ³
1. Lantai Kasar :		
- tidak dengan sambungan, dipasang \perp pendukung	1.72 - 3.13	14 - 25
- miring terhadap pendukung	2.27 - 3.78	17 - 29
- dengan sambungan \perp pendukung	2.05 - 3.56	16 - 27
- Miring terhadap pendukung	2.59 - 4.32	19 - 31
2. Atap :		
- tidak dengan dambungan, rata	2.16 - 3.24	17 - 25
- ujung kuda-kuda dan jendela atap (gables and dormers)	2.92 - 4.32	22 - 32
- dengan sambungan rata	2.48 - 3.78	19 - 28
ujung kuda-kuda dan jendela atap	3.24 - 4.86	24 - 35
3. Lapisan Dinding :		
- tidak dengan sambungan \perp pendukung	1.94 - 3.24	16 - 26
- miring terhadap pendukung	2.48 - 4	19 - 30
- dengan sambungan \perp pendukung	2.16 - 3.78	17 - 29
- miring terhadap pendukung	2.70 - 4.43	20 - 32
4. Papan Dinding	1.62 - 3.02	14 - 26

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 7-10 halaman 179)

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang tiang vertikal berdasar pada **tabel 6.2**, dengan diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan sebatang kayu yaitu 20 jam/2,36 m³
- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang tiang struktural berdasar pada **tabel 6.2**, dengan diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan pendukung mendatar beberapa batang kayu yaitu 33,5 jam/2,36 m³
- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan dan memasang seng berdasar pada **tabel 6.3**, dengan diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan lapisan dinding tidak dengan sambungan \perp pendukung yaitu 2,59 jam / 10 m²
- 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 = 8 jam/hari
- b. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan
Jam kerja 1 hari = 8 jam kerja
- Perhitungan Durasi Pemasangan Tiang Vertikal
 - Durasi = Volume Tiang x Kapasitas Produksi

$$= 2,104 \text{ m}^3 \times \frac{20}{2,36}$$

$$= 17,832 \text{ jam}$$
 - Waktu yang Diperlukan dalam Satuan Hari durasi

$$= \frac{8 \text{ jam}/\text{hari} \times \text{jumlah pekerja}}{17,832 \text{ jam}}$$

$$= \frac{8 \text{ jam}/\text{hari} \times 3 \text{ pekerja}}{17,832 \text{ jam}}$$

$$= 0,743 \text{ hari}$$
 - Perhitungan Durasi Pemasangan Tiang Struktural
 - Durasi = Volume Tiang x Kapasitas Produksi

$$= 3,734 \text{ m}^3 \times \frac{33,5}{2,36}$$

$$= 52,997 \text{ jam}$$

- Waktu yang Diperlukan dalam Satuan Hari

$$= \frac{8 \text{ jam/hari} \times \text{jumlah pekerja}}{\text{durasi}}$$

$$= \frac{8 \text{ jam/hari} \times 52,997 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 4 \text{ pekerja}}$$

$$= 1,656 \text{ hari}$$
- Perhitungan Durasi Pemasangan Tiang Seng
 - Durasi = Volume Seng x Kapasitas Produksi

$$= 768,041 \text{ m}^3 \times \frac{2,59}{10}$$

$$= 198,923 \text{ jam}$$
 - Waktu yang Diperlukan dalam Satuan Hari

$$= \frac{8 \text{ jam/hari} \times \text{jumlah pekerja}}{\text{durasi}}$$

$$= \frac{8 \text{ jam/hari} \times 198,923 \text{ jam}}{8 \text{ jam/hari} \times 11 \text{ pekerja}}$$

$$= 2,260 \text{ hari}$$
- Total Durasi
 Total Durasi = Durasi Pemasangan Tiang Vertikal + Durasi Pemasangan Tiang Struktural + Durasi Pemasangan Seng

$$= 0,743 + 1,656 + 2,260$$

$$= 4,660 \text{ hari}$$

$$= 5 \text{ hari}$$
- c. Kebutuhan Tenaga Kerja
 Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :
 - Mandor = $\frac{0,02}{0,02}$ = 1 Pekerja
 - Tukang = $\frac{0,2}{0,02}$ = 10 Pekerja
 - Pembantu Tukang = $\frac{0,4}{0,02}$ = 20 Pekerja
 Total Pekerja = 31 Pekerja

Jam kerja 1 hari = 8 jam kerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja = 8 jam/hari
 - Tukang = 3 Pekerja = 24 jam/hari
 - Pembantu Tukang = 14 Pekerja = 112 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 144 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Pemagaran

- Harga Bahan
 - Seng Gelombang 80 cm x 180 cm
= Jumlah seng x Rp 55.000,-
= 667 lembar x Rp 55.000,-
= Rp 36.685.000,-
 - Kayu Dolken = Jumlah Kayu x Rp 16.000,-
= 317 batang x Rp 16.000,-
= Rp 5.076.800,-
 - Paku 2"-5" = Jumlah Paku x Rp 17.000,-
= 3,174 kg x Rp 17.000,-
= Rp 53.949,57

$$\begin{aligned} \text{Harga Total} &= \text{Rp } 36.685.000,- + \text{Rp } \\ &\quad 5.076.800,- + \text{Rp } 53.949,57 \\ &= \text{Rp } 41.815.749,57 \end{aligned}$$

- Upah Pekerja

- Mandor = 1 Pekerja x 5 hari x Rp 120.000,-
= Rp 600.000,-
- Tukang = 3 Pekerja x 5 hari x Rp 108.000,-
= Rp 1.620.000,-
- Pembantu Tukang = 14 Pekerja x 5 hari x
Rp 95.000,-
= Rp 6.650.000,-

$$\begin{aligned} \text{Harga Total} &= \text{Rp } 600.000,- + \text{Rp } 1.620.000,- \\ &\quad + \text{Rp } 6.650.000,- \\ &= \text{Rp } 8.870.000,- \end{aligned}$$

- Biaya Alat
 - Palu = 7 set x Rp 40.000,-
= Rp 280.000,-
 - Gergaji = 7 set x Rp 50.000,-
= Rp 350.000,-
- Harga Total = Rp 280.000,- + Rp 350.000,-
= Rp 630.000,-
- Total Biaya = Rp 41.815.749,57 + Rp 8.870.000,- + Rp 630.000,-
= Rp 51.315.749,57

6.1.3 Pekerjaan Bouwplank

Pekerjaan bouwplank bertujuan untuk membatasi lahan yang akan dikerjakan sesuai dengan denah perencanaan. Metode yang digunakan adalah metode manual atau dengan tenaga manusia.

a. Data

- Luas Lahan = 11774,266 m² = 1,177 Ha
- Luas Bangunan = 520,08 m² = 0,052 Ha
- Keliling Lahan = 533,362 m = 0,533 km
- Keliling Bangunan = 105 m = 0,105 km
- Tinggi Bouwplank = 1 m = 0,001 km
- Jarak antar Tiang = 1,5 m = 0,002 km
- Ukuran Material
- Papan = 0,03 x 0,2 x 4
= 0,024 m³
- Tiang = 0,05 x 0,07 x 1
= 0,0035 m³

Perhitungan Volume

- Jumlah Tiang = $\frac{\text{Keliling Bangunan}}{\text{Jarak antar Tiang}}$
= $\frac{105 \text{ m}}{1,5 \text{ m}}$
= 71 buah
= 18 lonjor

- Volume Tiang = Jumlah Tiang x Volume Tiang Vertikal

$$\begin{aligned} &= 71 \times 0,0035 \text{ m}^3 \\ &= 0,249 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
- Volume Papan = Keliling Bangunan x Total Luas Papan

$$\begin{aligned} &= 105 \text{ m} \times 0,03 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \\ &= 0,631 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
- Luas 1 Papan = $0,2 \times 4$

$$\begin{aligned} &= 0,800 \text{ m}^2 \end{aligned}$$
- Kebutuhan Papan = $\frac{\text{Keliling Bangunan}}{\text{Luas 1 Papan}}$

$$\begin{aligned} &= \frac{105}{0,800} \\ &= 132 \text{ lonjor} \end{aligned}$$

Asumsi

- Kapasitas produksi untuk durasi menyiapkan hingga memasang tiang vertikal dan papan berdasar pada **tabel 6.2**, dengan diambil nilai tengah dari jenis pekerjaan sebatang kayu yaitu 20 jam/2,36 m³
 - Kebutuhan tenaga kerja untuk pekerjaan bowplank sebagai berikut :
 - Pemasangan tiang vertikal
Memakai 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + 2 pembantu tukang kayu
 - Pemasangan papan
Memakai 2 grup kerja, dengan 1 grup kerja terdiri dari 1 pekerja + 2 pembantu tukang kayu
 - Jam kerja efektif dalam 1 hari = 8 jam/hari
- b. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan
Jam kerja 1 hari = 8 jam kerja

- Perhitungan Durasi Pemasangan Tiang Vertikal
 - Durasi = Volume Tiang x Kapasitas Produksi

$$= 0,249 \text{ m}^3 \times \frac{20}{2,36}$$

$$= 2,106 \text{ jam}$$
 - Waktu yang Diperlukan dalam Satuan Hari

$$= \frac{8 \text{ jam/hari} \times \text{jumlah pekerja}}{2,106 \text{ jam}}$$

$$= \frac{8 \text{ jam/hari} \times 3 \text{ pekerja}}{2,106 \text{ jam}}$$

$$= 0,088 \text{ hari}$$
- Perhitungan Durasi Pemasangan Papan
 - Durasi = Volume Papan x Kapasitas Produksi

$$= 0,631 \text{ m}^3 \times \frac{20}{2,36}$$

$$= 5,349 \text{ jam}$$
 - Waktu yang Diperlukan dalam Satuan Hari

$$= \frac{8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times \text{jumlah pekerja}}{5,349 \text{ jam}}$$

$$= \frac{8 \frac{\text{jam}}{\text{hari}} \times 2 \text{ pekerja}}{5,349 \text{ jam}}$$

$$= 0,334 \text{ hari}$$
- Total Durasi

$$\begin{aligned} \text{Total Durasi} &= \text{Durasi Pemasangan Tiang Vertikal} + \text{Durasi Pemasangan Papan} \\ &= 0,088 + 0,334 \\ &= 0,422 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,005}{0,005} = 1$ Pekerja

- Tukang = $\frac{0,1}{0,005}$ = 20 Pekerja
- Pembantu Tukang = $\frac{0,1}{0,005}$ = 20 Pekerja
- Total Pekerja = 41 Pekerja

Jam kerja 1 hari = 8 jam kerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja = 8 jam/hari
- Tukang = 0 Pekerja = 0 jam/hari
- Pembantu Tukang = 4 Pekerja = 32 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 40 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Bouwplank

- Harga Bahan
 - Kayu Dolken = Jumlah Kayu x Rp 16.000,-
= 18 batang x Rp 16.000,-
= Rp 288.000,-
 - Paku 2"-5" = Jumlah Paku x Rp 17.000,-
= 3,55 kg x Rp 17.000,-
= Rp 60.350,-
 - Papan Kayu Meranti
= Jumlah Papan x Rp 3.250.000,-
= 0,631 m³ x Rp 3.250.000,-
= Rp 2.051.400,-
 - Harga Total = Rp 288.000,- + Rp
60.350,- + Rp 2.051.400,-
= Rp 2.399.750,-

- Upah Pekerja
 - Mandor = 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
= Rp 120.000,-
 - Tukang = 0 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
= Rp -
 - Pembantu Tukang = 4 Pekerja x 1 hari x
Rp 95.000,-
= Rp 380.000,-

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 380.000,- \\ &= \text{Rp } 500.000,-\end{aligned}$$

- Total Biaya = Rp 2.399.750,- + Rp 500.000,-
= Rp 2.899.750,-

6.2 Pekerjaan Struktur Bawah

6.2.1 Pekerjaan Bore Pile

Pekerjaan pondasi *bore pile* dibagi menjadi 4 tahap proses pengerjaan yaitu tahap pengeboran *bore pile* yang dilakukan dengan metode *dry drilling* dimana pengeboran dilakukan menggunakan mata bor. Tahap yang kedua adalah pembesian *bore pile*. Tahap yang ke tiga adalah pengecoran *bore pile*. Selanjutnya, tahap terakhir yaitu bongkar kepala *bore pile* yang dilakukan dengan menggunakan palu bodem.

1) Pekerjaan Pengeboran *Bore Pile*

Pekerjaan pengeboran *bore pile* dilakukan dengan menggunakan alat berat SF-50 *Hydraulic CFA Rotary Rig* dan dibantu dengan tenaga manusia. Berikut adalah contoh perhitungan yang diambil dari pekerjaan pengeboran *bore pile* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 3 Data Pekerjaan Pengeboran *Bore Pile*
Zona 1

TIPE	Dimensi		Jumlah <i>Bore Pile</i> buah
	Diameter	Kedalaman	
	m	m	
BP1	0.6	12	23
BP2	0.8	12	10
Jumlah			33

Spesifikasi Alat Berat :

- Merk = Soilmec

- Model = SF-50 *Hydraulic CFA*
Rotary Rig
- Berat = 35 ton
- Diameter Max = 900 mm
- Kedalaman Max = 25 mm
- Jumlah Alat = 1 buah

b. Perhitungan Durasi

Waktu siklus pengeboran 1 *bore pile* (Cycle Time) :

- Cek titik *bore pile* = 2 menit
- Persiapan alat = 2 menit
- Cek ketegakan alat = 3 menit
- Pasang *casing* = 10 menit
- Pengeboran = 10 menit
- *Cleaning* = 5 menit
- Instalasi besi = 5 menit
- Pengcoran = 20 menit
- Tarik *casing* = 10 menit
- Total waktu = 67 menit
= 1,117 jam

- Kapasitas Produksi 1 Alat per Hari

- Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam
- Kapasitas Produksi =
$$\frac{\text{Jam Kerja Efektif 1 Hari}}{\text{Cycle Time}}$$

$$= \frac{8 \text{ jam}}{1,117 \text{ jam}}$$

$$= 8 \text{ titik/hari}$$

- Kapasitas Produksi Total

- = Jumlah Alat x Kapasitas Produksi

$$= 1 \text{ buah} \times 8 \text{ titik/hari}$$

$$= 8 \text{ titik/hari}$$

- Total Waktu *Bore Pile*

$$\begin{aligned}\text{Total Waktu} &= \frac{\text{Jumlah Titik } Bore Pile}{\text{Kapasitas Produksi Total}} \\ &= \frac{33 \text{ titik}}{8 \text{ titik/hari}} \\ &= 5 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Durasi Pengeboran *Bore Pile*

$$\begin{aligned}&= \frac{\text{Waktu Siklus Bor} \times \text{Jumlah } Bore Pile}{\text{Jumlah Alat Bor}} \\ &= \frac{67 \text{ menit} \times 33 \text{ titik}}{1 \text{ buah}} \\ &= 2211 \text{ menit} \\ &= 36,85 \text{ jam} \\ &= 4,606 \text{ hari} \\ &= 5 \text{ hari}\end{aligned}$$

c. Kebutuhan Biaya Pengeboran *Bore Pile*

- Upah Pekerja

$$\begin{aligned}- \text{ Operator Alat} &= 1 \text{ Pekerja} \times 5 \text{ hari} \times \text{Rp} \\ &\quad 150.000,- \\ &= \text{Rp} 750.000,-\end{aligned}$$

- Biaya Alat

$$\begin{aligned}- \text{ Soilmec SF-50 Hydraulic CFA Rotary Rig} &= 1 \text{ Unit} \times 5 \text{ hari} \times \text{Rp} 1.200.000,- \\ &= \text{Rp} 6.000.000,-\end{aligned}$$

- Total Biaya = $\text{Rp} 750.000,- + \text{Rp} 6.000.000,-$
= $\text{Rp} 6.750.000,-$

2) Pekerjaan Pembesian *Bore Pile*

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan fabrikasi meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pembesian *bore pile* diambil dari pekerjaan *bore pile* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 4 Data Pekerjaan Pembesian *Bore Pile* Zona 1

TIPE	Jenis Tulangan	Dimensi		Volume Tulangan	
		Diameter Tulangan	Panjang Tulangan	kg	m^3
		mm	m		
BP1	Utama	D16	4740.300	7077.330	0.902
	Sengkang	D8	2988.513	1146.848	0.146
BP2	Utama	D19	2498.400	5208.840	0.664
	Sengkang	D10	1827.780	1088.005	0.139
		Jumlah	12054.993	14521.024	1.850

Jumlah Tulangan :

- Tulangan Potong

<i>Bore Pile 1</i>	Zona 1 = 345 buah
	Zona 2 = 23 buah
<i>Bore Pile 2</i>	Zona 1 = 180 buah
	Zona 2 = 10 buah
- Tulangan Bengkok

<i>Bore Pile 1</i>	Zona 1 = 345 buah
	Zona 2 = 1840 buah
<i>Bore Pile 2</i>	Zona 1 = 180 buah
	Zona 2 = 800 buah
- Tulangan Kait

<i>Bore Pile 1</i>	Zona 1 = 0 buah
	Zona 2 = 0 buah
<i>Bore Pile 2</i>	Zona 1 = 0 buah
	Zona 2 = 0 buah
- Tulangan Pasang

<i>Bore Pile 1</i>	Zona 1 = 690 buah
	Zona 2 = 253 buah
<i>Bore Pile 2</i>	Zona 1 = 360 buah
	Zona 2 = 160 buah

b. Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi pekerjaan fabrikasi yang meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan

kaitan, serta pekerjaan pemasangan diambil dari nilai tengah pada **tabel 2.13** dan **tabel 2.14**.

Jam kerja tiap 100 fabrikasi dan 100 pasang :

- Potongan

- D16 = 2 jam/100
- D8 = 2 jam/100
- D19 = 2 jam/100
- D10 = 2 jam/100
- Total = 8 jam/100

- Bengkokan

- D16 = 1,5 jam/100
- D8 = 1,15 jam/100
- D19 = 1,5 jam/100
- D10 = 1,15 jam/100
- Total = 5,3 jam/100

- Kait

- D16 = 2,3 jam/100
- D8 = 1,85 jam/100
- D19 = 2,3 jam/100
- D10 = 1,85 jam/100
- Total = 8,3 jam/100

- Pasang

- D16 = 9,5 jam/100
- D8 = 8 jam/100
- D19 = 9,5 jam/100
- D10 = 8 jam/100
- Total = 35 jam/100

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,00007}{0,00007} = 1$ Pekerja
- Tukang Pemasangan = $\frac{0,007}{0,00007} = 10$ Pekerja

- Pembantu T. Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Pembantu T. Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Total Pekerja = 41 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = 8 Pekerja
- Pembantu Tukang Pemasangan = 8 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = 5 Pekerja
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 5 Pekerja
- Total Pekerja = 26 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 64 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 64 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 40 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 40 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 216 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 80 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Pasang = 136 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Tulangan Utama
 - D16
 - Pemotongan = 4000 buah/hari
 - Pembengkokan = 5333 buah/hari
 - Kaitan = 3478 buah/hari
 - Pemasangan = 1432 buah/hari
 - D19
 - Pemotongan = 4000 buah/hari
 - Pembengkokan = 5333 buah/hari

- Kaitan = 3478 buah/hari
 Pemasangan = 1432 buah/hari
- Tulangan Sengkang
 - D8

Pemotongan = 4000 buah/hari
 Pembengkokan = 6957 buah/hari
 Kaitan = 4324 buah/hari
 Pemasangan = 1700 buah/hari
 - D10

Pemotongan = 4000 buah/hari
 Pembengkokan = 6957 buah/hari
 Kaitan = 4324 buah/hari
 Pemasangan = 1700 buah/hari
- d. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan
- *Bore Pile 1*
 - Pemotongan

$$= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Utama}}{4000 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Sengkang}}{4000 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{345}{4000} + \frac{23}{4000}$$

$$= 0,092 \text{ hari}$$
 - Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{Bengkok Tul. Utama}}{5333 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{Bengkok Tul. Sengkang}}{6957 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{345}{5333} + \frac{1840}{6957}$$

$$= 0,392 \text{ hari}$$
 - Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{Kait Tul. Utama}}{3478 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{Kait Tul. Sengkang}}{4324 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{3478} + \frac{0}{4324}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

- Pemasangan
$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1432 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1700 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{690}{1432} + \frac{253}{1700}$$

$$= 0,631 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi } Bore Pile 1 = 0,421 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan } Bore Pile 1 = 0,631 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

- *Bore Pile 2*

- Pemotongan
$$= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{4000 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Sengkang}}{4000 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{180}{4000} + \frac{10}{4000}$$

$$= 0,048 \text{ hari}$$
- Pembengkokan
$$= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{5333 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Sengkang}}{6957 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{180}{5333} + \frac{800}{6957}$$

$$= 0,149 \text{ hari}$$
- Kaitan
$$= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{3478 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Sengkang}}{4324 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{3478} + \frac{0}{4324}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan
$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1432 \text{ buah/hari}} + \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1700 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{360}{1432} + \frac{160}{1700}$$

$$= 0,346 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi } Bore Pile 2 = 0,196 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

Σ Durasi Pemasangan <i>Bore Pile</i> 2	= 0,346 hari
	= 1 hari
Σ Durasi Total Fabrikasi	= 0,617 hari
	= 1 hari
Σ Durasi Total Pemasangan	= 0,976 hari
	= 1 hari

e. Kebutuhan Biaya Pembesian *Bore Pile*

- Harga Bahan
 - Besi Beton Ulir (BJTD-40)
 - = 14521,024 kg x Rp 9.000,-
 - = Rp 130.689.211,94
 - Kawat Pengikat (8% Besi Beton)
 - = 1161,682 kg x Rp 15.000,-
 - = Rp 17.425.228,26
- Harga Total = Rp 130.689.211,94 +
 - Rp 17.425.228,26
 - = Rp 148.114.440,20
- Upah Pekerja
 - Mandor
 - = 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
 - = Rp 120.000,-
 - Tukang Pemasangan
 - = 8 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 - = Rp 864.000,-
 - Pembantu Tukang Pemasangan
 - = 8 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
 - = Rp 760.000,-
 - Tukang Fabrikasi
 - = 5 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 - = Rp 540.000,-
 - Pembantu Tukang Fabrikasi
 - = 5 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
 - = Rp 475.000,-

$$\begin{aligned}
 \text{Harga Total} &= \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 864.000,- + \\
 &\quad \text{Rp } 760.000,- + \text{Rp } 540.000,- + \\
 &\quad \text{Rp } 475.000,- \\
 &= \text{Rp } 2.759.000,-
 \end{aligned}$$

- Biaya Alat
 - *Bar Bender*
 = 4 Unit x 1 hari x Rp 120.000,-
 = Rp 480.000,-
 - *Bar Cutter*
 = 4 Unit x 1 hari x Rp 120.000,-
 = Rp 480.000,-
- Harga Total = Rp 480.000,- + Rp 480.000,-
 = Rp 960.000,-
- Total Biaya = Rp 148.114.440,20 +
 Rp 2.759.000,- + Rp 960.000,-
 = Rp 151.833.440,20

3) Pekerjaan Pengecoran *Bore Pile*

Pekerjaan pengecoran *bore pile* dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete pump truck*. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pengecoran *bore pile* diambil dari pekerjaan *bore pile* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 5 Data Pekerjaan Pengecoran *Bore Pile*
Zona 1

TIPE	Dimensi		Volume m ³	Volume Tulangan		Volume Bersih m ³	Jumlah <i>Bore Pile</i>
	Diameter m	Kedalaman m		kg	m ³		
BP1	0.6	12	78.037	8224.178	1.048	76.989	23
BP2	0.8	12	60.319	6296.845	0.802	59.516	10
Jumlah			138.356	14521.024	1.850	136.506	33

Efisiensi Kerja (EK) :

- Faktor Alat = 0,75
- Faktor Operator = 0,80
- Faktor Cuaca = 0,85

Concrete Pump Truk

- Tipe Alat = KYUKUTO PY 90-17
Concrete Boom Pump
- Jumlah Alat = 1 buah
- Delivery Capacity = $90 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Kapasitas Produksi = $\text{Delivery Capacity} \times \text{EK}$
 $= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,51$
 $= 45,900 \text{ m}^3/\text{jam}$

Truck Mixer

- Kapasitas Produksi = 10 m^3
- Kebutuhan =
$$\frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$$

 $= \frac{136,506 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3}$
 $= 14 \text{ buah}$

b. Perhitungan Durasi

Durasi Persiapan

- Pengaturan Posisi = 5 menit
- Pemasangan Pompa = 15 menit
- Pemasangan mesin = 15 menit
- Pergantian antar Truck = $\text{Jumlah Truck} \times$
Waktu Tiap Truck
 $= 14 \text{ buah} \times 5 \text{ menit}$
 $= 70 \text{ menit}$
- Waktu Pengujian Slump = $\text{Jumlah Truck} \times$
Waktu Tiap Truck
 $= 14 \text{ buah} \times 5 \text{ menit}$
 $= 70 \text{ menit}$
- Total = 175 menit

Durasi Operasional Pengecoran

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{136,506 \text{ m}^3}{45,900 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 2,974 \text{ jam} \\ &= 178,439 \text{ menit} \end{aligned}$$

Durasi Pelaksanaan

- Pembersihan Pompa	= 10 menit
- Pembongkaran Pompa	= 15 menit
- Perpindahan Alat	= 5 menit
- Persiapan Kembali	= 5 menit
Total	= 35 menit

Durasi Total

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Durasi Total} &= \text{Durasi Persiapan} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Operasional Pengecoran} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Pasca Pelaksanaan} \\ &= 175 + 178,439 + 35 \\ &= 388,439 \text{ menit} \\ &= 6,474 \text{ jam} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

• Mandor	= $\frac{0,035}{0,035}$	= 1 Pekerja
• Tukang	= $\frac{0,35}{0,035}$	= 10 Pekerja
• Pembantu Tukang	= $\frac{2,1}{0,035}$	= 60 Pekerja
Total Pekerja		= 71 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

• Mandor	= 1 Pekerja	= 8 jam/hari
----------	-------------	--------------

- Tukang = 3 Pekerja = 24 jam/hari
- Pembantu Tukang = 4 Pekerja = 32 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 64 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Pengecoran *Bore Pile*

- Harga Bahan
 - Beton Ready Mix PT. Merak Jaya Beton
= 136,506 m³ x Rp 860.000,-
= Rp 117.395.098,55
- Upah Pekerja
 - Mandor
= 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
= Rp 120.000,-
 - Tukang
= 3 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
= Rp 324.000,-
 - Pembantu Tukang
= 4 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
= Rp 380.000,-
- Harga Total = Rp 120.000,- + Rp 324.000,- +
 Rp 380.000,-
 = Rp 824.000,-
- Biaya Alat
 - *Concrete Pump Truck*
= 1 Unit x 1 hari x Rp 2.500.000,-
= Rp 2.500.000,-
 - *Vibrator*
= 3 Unit x 1 hari x Rp 400.000,-
= Rp 1.200.000,-
 - Air Compressor
= 1 Unit x Rp 8.800.000,-
= Rp 8.800.000,-

$$\begin{aligned}
 \text{Harga Total} &= \text{Rp } 2.500.000,- + \text{Rp } 1.200.000,- \\
 &\quad \text{Rp } 8.800.000,- \\
 &= \text{Rp } 12.500.000,-
 \end{aligned}$$

- Total Biaya = Rp 117.395.098,55 +

$$\begin{aligned}
 &\quad \text{Rp } 824.000,- + \text{Rp } 12.500.000,- \\
 &= \text{Rp } 130.719.098,55
 \end{aligned}$$

4) Pekerjaan Pembongkaran Kepala *Bore Pile*

Pekerjaan pembongkaran kepala *bore pile* dilakukan dengan menggunakan metode manual atau dengan tenaga manusia dan menggunakan alat palu bodem. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pembongkaran kepala *bore pile* diambil dari pekerjaan *bore pile* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 6 Data Pekerjaan Pembongkaran Kepala *Bore Pile* Zona 1

TIPE BORE PILE	TIPE PILE CAP	Dimensi		Jumlah <i>Bore Pile</i>
		Diameter	Kedalaman Pile Cap	
		m	m	
BP1	PC1	0.6	1	7
	PC2	0.6	1	14
	PC3	0.6	1	2
BP2	PC4	0.8	1.2	10
Jumlah				33

- b. Kebutuhan Tenaga Kerja
 Berdasarkan Pelaksanaan di Lapangan :
 Produktivitas = 3 titik/orang/hari

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam
 Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Pembantu Tukang = 10 Pekerja

c. Perhitungan Durasi

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{Jumlah Titik } Bore \text{ Pile}}{\text{Produktivitas} \times \text{Jumlah Tukang}} \\ &= \frac{33 \text{ titik}}{3 \text{ titik/orang/hari} \times 10 \text{ pekerja}} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

d. Kebutuhan Biaya Pembongkaran Kepala *Bore Pile*

- Upah Pekerja
 - Pembantu Tukang

$$\begin{aligned}&= 10 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,- \\ &= \text{Rp } 950.000,-\end{aligned}$$
- Biaya Alat
 - Palu Bodem

$$\begin{aligned}&= 10 \text{ Buah} \times \text{Rp } 101.500,- \\ &= \text{Rp } 1.015.000,-\end{aligned}$$
- Total Biaya

$$\begin{aligned}&= \text{Rp } 950.000,- + \text{Rp } 1.015.000,- \\ &= \text{Rp } 1.965.000,-\end{aligned}$$

6.2.2 Pekerjaan Galian Tanah

Pekerjaan galian tanah dilakukan dengan menggunakan alat berat *excavator* dan *dump truck*. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan galian tanah diambil dari pekerjaan galian tanah zona 1.

a. Data

$$\text{Volume Galian Tanah} = 89,914 \text{ m}^3$$

Faktor Bucket

Tabel 6. 7 Faktor Bucket

Kondisi Pemuatan		Faktor
Ringan	Menggali dan memuat dari stockpile atau material yang telah dikeruk oleh excavator lain, yang tidak membutuhkan gaya gali dan dapat dimuat munjung dalam bucket.	1.0 - 0.8
	Pasir, tanah berpasir, tanah koloidal dengan kadar air sedang.	
Sedang	Menggali dan memuat dari stockpile lepas dari tanah yang lebih sulit untuk digali dan dikeruk tetapi dapat dimuat hampir munjung.	0.8 - 0.6
	Pasir kering, tanah berpasir, tanah campuran tanah liat, tanah liat, gravel yang belum disaring, pasir yang memadat dan sebagainya, atau menggali dan memuat gravel langsung dari bukit-grave-asli.	
Agak Sulit	Menggali dan memuat batu-batu pecah, tanah liat yang keras, pasir campur kerikil, tanah berpasir, tanah koloidal liat, tanah liat, dengan kadar air tinggi, yang telah di stockpile oleh excavator lain. Sulit untuk mengisi bucket dengan material tersebut.	0.6 - 0.5
Sulit	Bongkahan, batuan besar dengan bentuk tak teratur dengan ruangan diantarnya batuan hasil ledakan, batu bundar, pasir campur batu-batu bundar, tanah berpasir, tanah campur tanah liat, tanah liat yang sulit untuk dikeruk dengan bucket.	0.5 - 0.4

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

Faktor Kondisi Alat

Tabel 6. 8 Faktor Kondisi Alat

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Mesin				
	Baik Sekali	Baik	Sedang	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
Sedang	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 : *Rochmanhadi, 1985 "Perhitungan Biaya Pelaksanaan Menggunakan Alat Berat"*)

Waktu Gali (detik)**Tabel 6. 9** Waktu Gali

Kondisi Gali / Kedalaman Gali	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 : *Rochmanhadi, 1985 "Perhitungan Biaya Pelaksanaan Menggunakan Alat Berat"*)

Waktu Putar (detik)**Tabel 6. 10** Waktu Putar

Sudut Putar	Waktu Putar
45°-90°	4 - 7
90°-180°	5 - 8

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

Waktu Buang (detik)**Tabel 6. 11** Waktu Buang

Kondisi Pembuangan	Waktu
Ke Dump Truck	5 - 8
Ke Tempat Pembuangan	3 - 6

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

Tabel 6. 12 Kapasitas Angkut, Jarak Ekonomis, Waktu Memuat dan Membongkar, serta Kecepatan Angkut

Jenis Alat Angkut	Kapasitas m ³	Jarak Angkut m	Waktu (menit)		km/jam	
			Memuat	Membongkar	Bermuat	Kosong
1. Kereta dorong *(wheel barrow)	0.05 - 0.11	sampai 50	1 - 3	0.2 - 0.4	25 - 45	35-60
2. Kereta tarik 2 roda (dengan orang)	0.05 - 0.15	sampai 50	1 - 3	0.2 - 0.4	25 - 45	35-60
3. Front end loader's						
a. roda empat	0.25 - 1.5	sampai 500	0.5 - 1	0.2 - 0.5	6.5 - 24	10 - 32
b. dengan roda rantai	0.25 - 6.8	sampai 500	0.5 - 1.3	0.2 - 0.7	4.8 - 20	6 - 24
4. Gerobak ditarik traktor**	2.25 - 19	sampai 850	1 - 3	0.3 - 1	4.8 - 16	6 - 20
5. Scraper ditarik traktor***						
a. dengan roda rantai	3.8 - 22.5	sampai 850	1 - 2	0.3 - 1	5 - 11	6 - 16
b. ban karet	3.8 - 22.5	sampai 1750	1 - 2	0.3 - 1	16 - 32	24 - 48
6. Dump truck***	1.5 - 15	sampai 175	1 - 3	0.5 - 2	16 - 75	24 - 95

* Kecepatan dalam m/menit

** Traktor dapat menarik lebih dari satu gerobak

*** Ukuran alat daya angkut ada yang lebih besar

(Sumber : Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Nova, Bandung, halaman 38)

Spesifikasi Alat

- *Excavator*
 - Tipe Alat = Kobelco SK 75 SR
 - Kap. Bucket = 0,28 m³
 - Koef. Alat = 0,75
- *Dump Truck*
 - Tipe Alat = Hino Dutro 130 HD
 - Kap. DT = 5 m³
 - V. Bermuat = 30 km/jam
 - V. Kosong = 40 km/jam
 - Koef. Alat = 0,75

Produktivitas Alat

- *Excavator*
 - Produksi per Siklus (q)

$$q = \text{Kapasitas Bucket} \times \text{Faktor Bucket}$$

$$= 0,28 \text{ m}^3 \times 0,75$$

$$= 0,21 \text{ m}^3$$

- Waktu Siklus (CT)
$$\begin{aligned} CT &= \text{Waktu Gali} + (2 \times \text{Waktu Putar}) + \\ &\quad \text{Waktu Buang} \\ &= 9 + 10 + 6,5 \\ &= 25,5 \text{ detik} \end{aligned}$$
- Produktivitas Alat (Q)
$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times \text{Effisiensi Alat}}{CT} \\ &= \frac{0,21 \text{ m}^3 \times 0,75}{25,5 \text{ detik}} \\ &= 0,006 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 22,235 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$
- *Dump Truck*

Faktor Swell = 20%
Jarak Buang = 5 km

 - 1) Waktu Muat (*Loading*)
 - Waktu Siklus (CT) = 25,5 detik
= 0,425 menit
 - Jumlah siklus yang diperlukan untuk mengisi DT (n)
$$\begin{aligned} n &= \frac{\text{Kapasitas } Dump \text{ } Truck}{\text{Kapasitas } Bucket \times \text{Faktor } Bucket} \\ &= \frac{5 \text{ m}^3}{0,28 \text{ m}^3 \times 0,75} \\ &= 23,810 \text{ kali} \\ &= 24 \text{ kali} \end{aligned}$$
 - Waktu Muat (*Loading*)
$$\begin{aligned} &= n \times \text{Waktu Siklus } Excavator \\ &= 24 \times 0,425 \text{ menit} \\ &= 10,2 \text{ menit} \end{aligned}$$

2) Waktu Pergi (*Hauling*)

$$= \frac{60 \text{ menit/jam} \times \text{Jarak Buang}}{\text{Kecepatan Bermuatan}}$$

$$= \frac{60 \text{ menit/jam} \times 5 \text{ km}}{30 \text{ km/jam}}$$

$$= 10 \text{ menit}$$

3) Waktu Buang (*Dumpling*) = 1,15 menit

4) Waktu Kembali (*Return*)

$$= \frac{60 \text{ menit/jam} \times \text{Jarak Buang}}{\text{Kecepatan Kosong}}$$

$$= \frac{60 \text{ menit/jam} \times 5 \text{ km}}{40 \text{ km/jam}}$$

$$= 7,5 \text{ menit}$$

5) Waktu Persiapan Kembali (*Setting*) = 1 menit

Waktu Siklus (CT) = Loading + Hauling +
Dumpling + Return +
Setting
= 10,2 + 10 + 1,15 + 7,5 + 1
= 29,85 menit

Jumlah Kebutuhan *Dump Truck* (M)

$$M = \frac{\text{Waktu Siklus}}{\text{Waktu Muat}}$$

$$= \frac{29,85 \text{ menit}}{10,2 \text{ menit}}$$

$$= 3 \text{ unit}$$

Produktivitas *Dump Truck*

$$= \frac{n \times \text{Kap.Bucket} \times \text{Faktor Bucket} \times 60 \times \text{Eff.Kerja}}{\text{Waktu Siklus (CT)}} \times M$$

$$= \frac{24 \times 0,28 \times 0,75 \times 60 \times 0,75}{29,85} \times 3$$

$$= 22,794 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Durasi *Dump Truck*

- Siklus dalam 1 jam = $\frac{60 \text{ menit/jam}}{\frac{\text{Waktu Muat}}{60 \text{ menit/jam}}} = \frac{60 \text{ menit}}{10,2 \text{ menit}} = 5,882 \text{ siklus/jam}$
- Volume galian yang dapat diangkut dalam 1 jam
= Siklus dalam 1 jam x Kapasitas Dump Truck x 1 + Faktor Swell
= $5,882 \times 5 \text{ m}^3 \times 1 + 20\% = 35,294 \text{ m}^3/\text{jam}$

Durasi Total

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Durasi Pekerjaan Galian} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produktivitas}} \\ &= \frac{89,914 \text{ m}^3}{35,294 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 2,548 \text{ jam} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,007}{0,007} = 1 \text{ Pekerja}$
- Pembantu Tukang = $\frac{0,226}{0,007} = 33 \text{ Pekerja}$
- Total Pekerja = 34 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja = 8 jam/hari
- Operator *Excavator* = 1 Pekerja = 8 jam/hari
- Sopir *Dump Truck* = 3 Pekerja = 24 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 40 jam/hari

Kebutuhan Alat :

- *Excavator* = 1 buah
- *Dump Truck* = 3 buah

c. Kebutuhan Biaya Galian Tanah

- Upah Pekerja
 - Kepala Tukang / Mandor
= 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
= Rp 120.000,-
 - Operator *Excavator*
= 1 Pekerja x 1 hari x Rp 150.000,-
= Rp 150.000,-
 - Sopir *Dump Truck*
= 3 Pekerja x 1 hari x Rp 100.000,-
= Rp 300.000,-

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 150.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 300.000,- \\ &= \text{Rp } 570.000,-\end{aligned}$$

- Biaya Alat
 - Sewa *Excavator*
= 1 Unit x 1 hari x Rp 960.000,-
= Rp 960.000,-
 - Sewa *Dump Truck*
= 3 Unit x 1 hari x Rp 500.000,-
= Rp 1.500.000,-

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 960.000,- + \text{Rp } 1.500.000,- \\ &= \text{Rp } 2.460.000,-\end{aligned}$$

- Total Biaya = Rp 570.000,- + Rp 2.460.000,-
= Rp 3.030.000,-

6.2.3 Pekerjaan Urugan Pasir Bawah Pile Cap

Pekerjaan urugan pasir bawah pile cap dilakukan dengan menggunakan alat berat *excavator* dan *dump truck*.

Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan urugan pasir bawah pile cap diambil dari pekerjaan urugan pasir zona 1.

a. Data

Data faktor bucket, faktor kondisi alat, waktu gali (detik), waktu putar (detik), waktu buang (detik), dan data kapasitas angkut, jarak ekonomis, waktu memuat dan membongkar , serta kecepatan angkut dapat diambil berdasarkan **tabel 6.7** sampai **tabel 6.12**.

Volume Urugan Pasir = 11,786 m³

Spesifikasi Alat

- *Excavator*
- Tipe Alat = Kobelco SK 75 SR
- Kap. Bucket = 0,28 m³
- Koef. Alat = 0,75

Produktivitas Alat

- *Excavator*
 - Produksi per Siklus (q)

$$\begin{aligned} q &= \text{Kapasitas Bucket} \times \text{Faktor Bucket} \\ &= 0,28 \text{ m}^3 \times 0,75 \\ &= 0,21 \text{ m}^3 \end{aligned}$$
 - Waktu Siklus (CT)

$$\begin{aligned} CT &= \text{Waktu Gali} + (2 \times \text{Waktu Putar}) + \\ &\quad \text{Waktu Buang} \\ &= 9 + 10 + 6,5 \\ &= 25,5 \text{ detik} \end{aligned}$$
 - Produktivitas Alat (Q)

$$\begin{aligned} Q &= \frac{q \times \text{Effisiensi Alat}}{CT} \\ &= \frac{0,21 \text{ m}^3 \times 0,75}{25,5 \text{ detik}} \\ &= 0,006 \text{ m}^3/\text{detik} \\ &= 22,235 \text{ m}^3/\text{jam} \end{aligned}$$

Durasi Total

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned}
 \text{Durasi Pekerjaan Galian} &= \frac{\text{Volume Galian}}{\text{Produktivitas}} \\
 &= \frac{11,786 \text{ m}^3}{22,235 \text{ m}^3/\text{jam}} \\
 &= 0,530 \text{ jam} \\
 &= 1 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- b. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,01}{0,01}$ = 1 Pekerja
 - Pembantu Tukang = $\frac{0,3}{0,01}$ = 30 Pekerja
 - Total Pekerja = 31 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mendor = 1 Pekerja = 8 jam/hari
 - Operator *Excavator* = 1 Pekerja = 8 jam/hari
Total Jam Kerja 1 Grup = 16 jam/hari

Kebutuhan Alat :

- *Excavator* = 1 buah

- c. Kebutuhan Biaya Urugan Pasir Bawah *Pile Cap*

- Harga Bahan
 - Pasir Urug
 $= 11,786 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 200.000,-$
 $= \text{Rp } 2.357.100,-$

- Upah Pekerja

- Kepala Tukang / Mandor
= 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
= Rp 120.000,-

- Operator *Excavator*
 $= 1 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 150.000,-$
 $= \text{Rp } 150.000,-$
- Harga Total $= \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 150.000,-$
 $= \text{Rp } 270.000,-$
- Biaya Alat
 - Sewa *Excavator*
 $= 1 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 960.000,-$
 $= \text{Rp } 960.000,-$
- Total Biaya $= \text{Rp } 2.357.100,- + \text{Rp } 270.000,- +$
 $\quad \quad \quad \text{Rp } 960.000,-$
 $= \text{Rp } 3.587.100,-$

6.2.4 Pekerjaan *Pile Cap*

Pekerjaan *pile cap* dibagi menjadi 4 tahap proses pengrajan yaitu tahap pengecoran lantai kerja *pile cap* yang dilakukan dengan alat berat *concrete pump truck*. Tahap yang kedua adalah pemasangan bekisting *pile cap*. Tahap yang ke tiga adalah pembesian *pile cap*. Selanjutnya, tahap terakhir yaitu pengecoran *pile cap*.

1) Pekerjaan Pengecoran Lantai Kerja *Pile Cap*

Pekerjaan pengecoran lantai kerja *pile cap* dilakukan dengan menggunakan alat berat Kyukuto PY 90-17 *Concrete Boom Pump* dan dibantu dengan tenaga manusia. Berikut adalah contoh perhitungan yang diambil dari pekerjaan pengecoran lantai kerja *pile cap* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 13 Data Pekerjaan Pengecoran Lantai Kerja
Pile Cap Zona 1

TIPE	Dimensi			Volume m ³	Jumlah <i>Pile Cap</i>
	b m	h m	Kedalaman m		
PC1	1.35	1.35	0.05	0.638	7
PC2	1.35	3.15	0.05	1.488	7
PC3	1.35	2.7	0.05	0.182	1
PC4	1.8	1.8	0.05	1.620	10
Jumlah				3.929	25

Efisiensi Kerja (EK) :

- Faktor Alat = 0,75
- Faktor Operator = 0,80
- Faktor Cuaca = 0,85

Concrete Pump Truk

- Tipe Alat = KYUKUTO PY 90-17
Concrete Boom Pump
- Jumlah Alat = 1 buah
- Delivery Capacity = 90 m³/jam
- Kapasitas Produksi = Delivery Capacity x EK
= 90 m³/jam x 0,51
= 45,900 m³/jam

Truck Mixer

- Kapasitas Produksi = 10 m³
- Kebutuhan = $\frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$
= $\frac{3,929 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3}$
= 1 buah

b. Perhitungan Durasi

Durasi Persiapan

- Pengaturan Posisi = 5 menit
- Pemasangan Pompa = 15 menit
- Pemasangan mesin = 15 menit

- Pergantian antar Truck	= Jumlah Truck x Waktu Tiap Truck
	= 1 buah x 5 menit
	= 5 menit
- Waktu Pengujian Slump	= Jumlah Truck x Waktu Tiap Truck
	= 1 buah x 5 menit
	= 5 menit
Total	= 45 menit

Durasi Operasional Pengecoran

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{3,929 \text{ m}^3}{45,900 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 0,086 \text{ jam} \\ &= 5,135 \text{ menit} \end{aligned}$$

Durasi Pelaksanaan

- Pembersihan Pompa	= 10 menit
- Pembongkaran Pompa	= 15 menit
- Perpindahan Alat	= 5 menit
- Persiapan Kembali	= 5 menit
Total	= 35 menit

Durasi Total

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Durasi Total} &= \text{Durasi Persiapan} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Operasional Pengecoran} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Pasca Pelaksanaan} \\ &= 45 + 5,135 + 35 \\ &= 85,135 \text{ menit} \\ &= 1,419 \text{ jam} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

• Mandor	$= \frac{0,02}{0,02}$	= 1 Pekerja
• Tukang	$= \frac{0,2}{0,02}$	= 10 Pekerja
• Pembantu Tukang	$= \frac{1,2}{0,02}$	= 60 Pekerja
Total Pekerja		= 71 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

• Mandor	= 1 Pekerja	= 8 jam/hari
• Tukang	= 2 Pekerja	= 16 jam/hari
• Pembantu Tukang	= 3 Pekerja	= 24 jam/hari
Total Jam Kerja 1 Grup		= 48 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Pengecoran Lantai Kerja *Pile Cap*

• Harga Bahan	- Beton Ready Mix PT. Merak Jaya Beton	= 3,929 m ³ x Rp 600.000,-
		= Rp 2.357.100,-

• Upah Pekerja	- Mandor	= 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
		= Rp 120.000,-
	- Tukang	= 2 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
		= Rp 216.000,-
	- Pembantu Tukang	= 3 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
		= Rp 285.000,-

$$\begin{aligned} \text{Harga Total} &= \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 216.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 285.000,- \\ &= \text{Rp } 621.000,- \end{aligned}$$

- Biaya Alat
 - *Concrete Pump Truck*
 = 1 Unit x 1 hari x Rp 2.500.000,-
 = Rp 2.500.000,-
 - *Vibrator*
 = 1 Unit x 1 hari x Rp 400.000,-
 = Rp 400.000,-

Harga Total = Rp 2.500.000,- + Rp 400.000,-
 = Rp 2.900.000,-
- Total Biaya = Rp 2.357.100,- + Rp 621.000,- +
 Rp 2.900.000,-
 = Rp 5.878.100,-

2) Pekerjaan Bekisting *Pile Cap*

Pekerjaan bekisting *pile cap* dilakukan dengan menggunakan metode manual atau dengan tenaga manusia.

a. Data

$$\begin{aligned} \text{Luas Bekisting} &= 108,54 \text{ m}^2 \\ \text{Ukuran Batako} &= 0,4 \times 0,2 \times 0,1 \\ \text{Luas Batako} &= 0,08 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Kebutuhan Batako} &= \frac{\text{Luas Bekisting } \textit{Pile Cap}}{\text{Luas Batako}} \\ &= \frac{108,54}{0,08} \\ &= 1357 \text{ blok} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \text{ Volume Mortar} &= \frac{\text{Keb. Batako} \times \text{Keb. Mortar}}{1000 \text{ buah}} \\ &= \frac{1357 \times 0,42}{1000 \text{ buah}} = 0,570 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &\text{Volume Mortar} + 10\% \\ &= \text{Volume Mortar} + (\text{Volume Mortar} \times 10\%) \\ &= 0,570 + 0,0570 \\ &= 0,627 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Campuran mortar **1PC : 3PP** (Tabel 6-4b, buku Analisa Cara Modern Anggaran Biaya Pelaksanaan, hal. 125)

$$\begin{aligned}
 - \quad \text{Volume Semen} &= \frac{\text{Vol. Mortar} \times \text{Keb. Semen}}{1 \text{ kantong}} \\
 &= \frac{0,570 \times 12,75 \text{ kantong}}{1 \text{ kantong}} \\
 &= 7,267 \text{ kantong} \\
 &= 8 \text{ kantong}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Volume Semen} + 10\% \\
 &= \text{Volume Semen} + (\text{Volume Semen} \times 10\%) \\
 &= 7,267 + 0,7267 \\
 &= 7,993 \text{ kantong}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad \text{Volume Pasir} &= \frac{\text{Vol. Mortar} \times \text{Keb. Pasir}}{1 \text{ m}^3} \\
 &= \frac{0,570 \times 1,08 \text{ kantong}}{1 \text{ m}^3} \\
 &= 0,616 \text{ m}^3 \\
 &= 1 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Volume Pasir} + 10\% \\
 &= \text{Volume Pasir} + (\text{Volume Pasir} \times 10\%) \\
 &= 0,616 + 0,0616 \\
 &= 0,677 \text{ kantong}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \quad \text{Volume Air} &= \frac{\text{Vol. Mortar} \times \text{Keb. Air}}{1000 \text{ buah}} \\
 &= \frac{0,570 \times 250 \text{ liter}}{1000 \text{ buah}} \\
 &= 0,142 \text{ liter} \\
 &= 1 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

b. Jam Kerja Pemasangan Blok – Blok Batako

Tabel 6. 14 Keperluan Tenaga Buruh Rata-rata untuk Berbagai Macam Pekerjaan

Jenis Pekerjaan	Jam /100 Blok		Blok/jam	
	Tukang Pasang Batu	Pembantu	Tukang Pasang Batu	Pembantu
Pondasi 20x20x40	2,5 - 5	2,5 - 5	20 - 40	20 - 40
Bagian di atas pondasi : ukuran blok sama dg diatas, ada sedikit lobang pintu dan sudut	2,8 - 5,5	2,8 - 6,5	18 - 35	16 - 35
Bagian di atas pondasi ukuran blok sama dg diatas, ada beberapa lobang pintu dan pekerjaan sudut	3,3 - 6,7	3,3 - 7	15 - 30	14 - 30
Dinding Pembagi ruangan, ukuran blok 15 cm x 20 cm x 30 cm, sedikit lobang-lohang pintu	2,5 - 4	2,5 - 5	25 - 40	20 - 40
Dinding Pembagi ruangan sama dengan diatas hanya ada beberapa lobang-lohang pintu	2,8 - 5,5	2,8 - 6	18 - 35	17 - 35
Penyelesaian voeg-voeg dan pembersihan pekerjaan pemasangan blok-blok dan jubin batu				
Sebelah permukaan dinding saja :				
- Penyelesaian voeg basa/sederhana	1,7 - 5	0,25 - 0,50	20 - 60	100 - 200
- Penyelesaian voeg berukir	3,3 - 10	2,5 - 6,7	10 - 30	15 - 40
Membersihkan sebelah muka dinding saja :	1,25 - 4	-	25 - 80	-

(Sumber : *Ir. Soedrajat, S, Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Nova, Bandung, Tabel 6-11 halaman 139*)

Jam Kerja Tiap 100 Blok :

$$\begin{aligned}
 - \quad \text{Tukang Pasang Batu} &= \frac{(2,5+5)}{2} \\
 &= 3,75 \text{ jam/100 blok} \\
 - \quad \text{Pembantu Tukang} &= \frac{(2,5+5)}{2} \\
 &= 3,75 \text{ jam/100 blok}
 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

$$\begin{aligned}
 \bullet \quad \text{Mandor} &= \frac{0,02}{0,02} = 1 \text{ Pekerja} \\
 \bullet \quad \text{Tukang} &= \frac{0,2}{0,02} = 10 \text{ Pekerja}
 \end{aligned}$$

$$\begin{array}{lcl} \bullet \text{ Pembantu Tukang} & = \frac{0,6}{0,02} & = 30 \text{ Pekerja} \\ \text{Total Pekerja} & & = 41 \text{ Pekerja} \end{array}$$

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja = 8 jam/hari
 - Tukang = 4 Pekerja = 32 jam/hari
 - Pembantu Tukang = 6 Pekerja = 48 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 88 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

$$\begin{array}{lcl} - \text{ Tukang Pasang Batu} & = \frac{32 \text{ jam}/\text{hari} \times 100 \text{ blok}}{3,75 \text{ jam}/100\text{blok}} \\ & & = 854 \text{ blok}/\text{hari} \\ - \text{ Pembantu Tukang} & = \frac{48 \text{ jam}/\text{hari} \times 100 \text{ blok}}{3,75 \text{ jam}/100\text{blok}} \\ & & = 1280 \text{ blok}/\text{hari} \end{array}$$

Maka Total Produktivitas Pekerja :

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Produktivitas} &= \text{Tukang Pasang Batu} + \\ &\quad \text{Pembantu Tukang} \\ &= 854 + 1280 \\ &= 2134 \text{ blok}/\text{hari} \end{aligned}$$

d. Perhitungan Durasi

$$\begin{aligned} \text{Pemasangan Blok} &= \frac{\text{Jumlah Total Blok}}{\text{Produktivitas Total}} \\ &= \frac{1357 \text{ blok}}{2143 \text{ blok}/\text{hari}} \\ &= 0,636 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

e. Kebutuhan Biaya Bekisting *Pile Cap*

- Harga Bahan
 - Batako 40 cm x 20 cm x 10 cm
 = 1357 buah x Rp 2.450,-
 = Rp 3.324.650,-
 - Semen Portland
 = 8 zak x Rp 52.000,-
 = Rp 416.000,-
 - Pasir Pasang
 = 1 m³ x Rp 250.000,-
 = Rp 250.000,-
- Harga Total = Rp 3.324.650,- + Rp 416.000,-
 + Rp 250.000,-
 = Rp 3.990.650,-
- Upah Pekerja
 - Mandor
 = 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
 = Rp 120.000,-
 - Tukang
 = 4 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 = Rp 432.000,-
 - Pembantu Tukang
 = 6 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
 = Rp 570.000,-
- Harga Total = Rp 120.000,- + Rp 432.000,- +
 Rp 570.000,-
 = Rp 1.122.000,-
- Biaya Alat
 - Mesin Pengaduk (Molen)
 = 1 Unit x 1 hari x Rp 250.000,-
 = Rp 250.000,-
 - Kereta Dorong
 = 2 Unit x Rp 585.000,-
 = Rp 1.170.000,-

- Trowel
 $= 5 \text{ Buah} \times \text{Rp } 22.000,-$
 $= \text{Rp } 110.000,-$
- Harga Total = $\text{Rp } 250.000,- + \text{Rp } 1.170.000,- +$
 $\quad \quad \quad \text{Rp } 110.000,-$
 $\quad \quad \quad = \text{Rp } 1.530.000,-$
- Total Biaya = $\text{Rp } 3.990.650,- + \text{Rp } 1.122.000,-$
 $\quad \quad \quad + \text{Rp } 1.530.000,-$
 $\quad \quad \quad = \text{Rp } 6.642.650,-$

3) Pekerjaan Pembesian *Pile Cap*

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan fabrikasi meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pembesian *pile cap* diambil dari pekerjaan *pile cap* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 15 Data Pekerjaan Pembesian *Pile Cap*
Zona 1

Dimensi Tulangan		Volume Tulangan	
Diameter	Panjang Tulangan	kg	m ³
mm	m		
D13	6.980	1116.764	0.142
D16	3.349	961.913	0.123
D19	4.270	3697.788	0.471
D22	4.279	7395.576	0.942

Jumlah Tulangan :

- Tulangan Potong
D13 = 135 buah
D16 = 182 buah
D19 = 340 buah
D22 = 347 buah

- Tulangan Bengkok
 - D13 = 540 buah
 - D16 = 364 buah
 - D19 = 680 buah
 - D22 = 694 buah
- Tulangan Kait
 - D13 = 0 buah
 - D16 = 364 buah
 - D19 = 680 buah
 - D22 = 694 buah
- Tulangan Pasang
 - D13 = 135 buah
 - D16 = 182 buah
 - D19 = 340 buah
 - D22 = 347 buah

b. Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi pekerjaan fabrikasi yang meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan, serta pekerjaan pemasangan diambil dari nilai tengah pada **tabel 2.13** dan **tabel 2.14**.

Jam kerja tiap 100 fabrikasi dan 100 pasang :

- Potongan
 - D13 = 2 jam/100
 - D16 = 2 jam/100
 - D19 = 2 jam/100
 - D22 = 2 jam/100
 - Total = 8 jam/100
- Bengkokan
 - D13 = 1,238 jam/100
 - D16 = 1,5 jam/100
 - D19 = 1,5 jam/100
 - D22 = 1,5 jam/100
 - Total = 5,738 jam/100

-	Kait	
•	D13	= 1,963 jam/100
•	D16	= 2,3 jam/100
•	D19	= 2,3 jam/100
•	D22	= 2,3 jam/100
	Total	= 8,863 jam/100
-	Pasang	
	<u>Dibawah 3 m</u>	
•	D13	= 5 jam/100
•	D16	= 5,75 jam/100
•	D19	= 5,75 jam/100
•	D22	= 5,75 jam/100
	Total	= 22,250 jam/100
	<u>3 - 6 m</u>	
•	D13	= 6,31 jam/100
•	D16	= 7,25 jam/100
•	D19	= 7,25 jam/100
•	D22	= 7,25 jam/100
	Total	= 28,063 jam/100
	<u>6 - 9 m</u>	
•	D13	= 7,31 jam/100
•	D16	= 8,25 jam/100
•	D19	= 8,25 jam/100
•	D22	= 8,25 jam/100
	Total	= 32,063 jam/100

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,0007}{0,0007}$ = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Pembantu T. Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja

- Pembantu T. Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
Total Pekerja = 41 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = 5 Pekerja
- Pembantu Tukang Pemasangan = 5 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = 6 Pekerja
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 6 Pekerja
Total Pekerja = 23 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 40 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 40 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 48 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 40 jam/hari
Total Jam Kerja 1 Grup = 184 jam/hari
Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 96 jam/hari
Total Jam Kerja Pek. Pasang = 88 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Tulangan Utama

- D16
 - Pemotongan = 4000 buah/hari
 - Pembengkokan = 6400 buah/hari
 - Kaitan = 4174 buah/hari
 - Pemasangan < 3 m = 1530 buah/hari
 - Pemasangan 3-6 m = 1214 buah/hari
 - Pemasangan 6-9 m = 1067 buah/hari
- D19
 - Pemotongan = 4000 buah/hari
 - Pembengkokan = 6400 buah/hari
 - Kaitan = 4174 buah/hari

Pemasangan < 3 m = 1530 buah/hari
 Pemasangan 3-6 m = 1214 buah/hari
 Pemasangan 6-9 m = 1067 buah/hari

- D22

Pemotongan	= 4000 buah/hari
Pembengkokan	= 6400 buah/hari
Kaitan	= 4174 buah/hari
Pemasangan < 3 m	= 1530 buah/hari
Pemasangan 3-6 m	= 1214 buah/hari
Pemasangan 6-9 m	= 1067 buah/hari

- Tulangan Sengkang

- D13

Pemotongan	= 4800 buah/hari
Pembengkokan	= 7758 buah/hari
Kaitan	= 4892 buah/hari
Pemasangan < 3 m	= 1760 buah/hari
Pemasangan 3-6 m	= 1394 buah/hari
Pemasangan 6-9 m	= 1203 buah/hari

d. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- Tulangan Sengkang

D13

- Pemotongan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Sengkang}}{4800 \text{ buah/hari}} \\
 &= \frac{135}{4800} \\
 &= 0,028 \text{ hari}
 \end{aligned}$$
- Pembengkokan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma \text{Bengkok Tul. Sengkang}}{7758 \text{ buah/hari}} \\
 &= \frac{540}{7758} \\
 &= 0,392 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Sengkang}}{4892 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{4892}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1760 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1760}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1394 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{35}{1394}$$

$$= 0,025 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1203 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{100}{1203}$$

$$= 0,083 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D13} = 0,098 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D13} = 0,108 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

- Tulangan Utama
D16

- Pemotongan

$$= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{4800 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{182}{4800}$$

$$= 0,038 \text{ hari}$$

- Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{6400 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{364}{6400}$$

$$= 0,057 \text{ hari}$$
- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{4174 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{364}{4174}$$

$$= 0,087 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1530 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1530}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1214 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{182}{1214}$$

$$= 0,150 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1067 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1067}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D16} = 0,182 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D16} = 0,150 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

D19

- Pemotongan

$$= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{4800 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{340}{4800}$$

$$= 0,071 \text{ hari}$$
- Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{6400 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{680}{6400}$$

$$= 0,106 \text{ hari}$$
- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{4174 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{680}{4174}$$

$$= 0,163 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1530 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1530}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1214 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{340}{1214}$$

$$= 0,280 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1067 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1067}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D19} = 0,340 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D19} = 0,280 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

D22

- Pemotongan
 $= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{4800 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{347}{4800}$
 $= 0,072 \text{ hari}$
- Pembengkokan
 $= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{6400 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{694}{6400}$
 $= 0,108 \text{ hari}$
- Kaitan
 $= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{4174 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{694}{4174}$
 $= 0,166 \text{ hari}$
- Pemasangan < 3 m
 $= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1530 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{0}{1530}$
 $= 0,000 \text{ hari}$
- Pemasangan 3-6 m
 $= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1214 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{347}{1214}$
 $= 0,286 \text{ hari}$
- Pemasangan 6-9 m
 $= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1067 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{0}{1067}$
 $= 0,000 \text{ hari}$

Σ Durasi Fabrikasi D22	= 0,347 hari
	= 1 hari
Σ Durasi Pemasangan D22	= 0,286 hari
	= 1 hari
Σ Durasi Total Fabrikasi	= 0,869 hari
	= 1 hari
Σ Durasi Total Pemasangan	= 0,824 hari
	= 1 hari

e. Kebutuhan Biaya Pembesian *Pile Cap*

- Harga Bahan
 - Besi Beton Ulir (BJTD-40)
 - = 13172,042 kg x Rp 9.000,-
 - = Rp 118.548.381,13
 - Kawat Pengikat (8% Besi Beton)
 - = 1053,763 kg x Rp 15.000,-
 - = Rp 15.806.450,82
- Harga Total = Rp 118.548.381,13 +
 - Rp 15.806.450,82
 - = Rp 134.354.831,95
- Upah Pekerja
 - Mandor
 - = 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
 - = Rp 120.000,-
 - Tukang Pemasangan
 - = 5 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 - = Rp 540.000,-
 - Pembantu Tukang Pemasangan
 - = 5 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
 - = Rp 475.000,-
 - Tukang Fabrikasi
 - = 6 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 - = Rp 648.000,-

- Pembantu Tukang Fabrikasi
 $= 6 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 570.000,-$

Harga Total = Rp 120.000,- + Rp 540.000,- +
 Rp 475.000,- + Rp 648.000,- +
 Rp 570.000,-
 $= \text{Rp } 2.353.000,-$

- Biaya Alat
 - *Bar Bender*
 $= 4 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 480.000,-$
 - *Bar Cutter*
 $= 4 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 480.000,-$
- Harga Total = Rp 480.000,- + Rp 480.000,-
 $= \text{Rp } 960.000,-$
- Total Biaya = Rp 134.354.831,95 +
 Rp 2.353.000,- + Rp 960.000,-
 $= \text{Rp } 137.667.831,95$

4) Pekerjaan Pengecoran *Pile Cap*

Pekerjaan pengecoran *pile cap* dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete pump truck*. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pengecoran *pile cap* diambil dari pekerjaan *pile cap* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 16 Data Pekerjaan Pengecoran *Pile Cap*
 Zona 1

TIPE	Dimensi			Volume m ³	Volume Tulangan		Volume Bersih m ³	Jumlah <i>Pile</i> <i>Cap</i>
	b m	h m	Kedalaman m		kg	m ³		
PC1	1.35	1.35	0.6	12.758	1142.636	0.146	12.612	7
PC2	1.35	3.15	0.6	29.768	4009.802	0.511	29.257	7
PC3	1.35	2.7	0.6	3.645	498.589	0.064	3.581	1
PC4	1.8	1.8	0.8	38.880	3654.394	0.466	38.414	10
Jumlah				85.050	9305.421	1.185	83.865	25

Efisiensi Kerja (EK) :

- Faktor Alat = 0,75
- Faktor Operator = 0,80
- Faktor Cuaca = 0,85

Concrete Pump Truk

- Tipe Alat = KYUKUTO PY 90-17
Concrete Boom Pump
- Jumlah Alat = 1 buah
- Delivery Capacity = $90 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Kapasitas Produksi = $\text{Delivery Capacity} \times \text{EK}$
 $= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,51$
 $= 45,900 \text{ m}^3/\text{jam}$

Truck Mixer

- Kapasitas Produksi = 10 m^3
- Kebutuhan =
$$\frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$$

 $= \frac{83,865 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3}$
 $= 9 \text{ buah}$

b. Perhitungan Durasi

Durasi Persiapan

- Pengaturan Posisi = 5 menit
- Pemasangan Pompa = 15 menit
- Pemasangan mesin = 15 menit
- Pergantian antar Truck = $\text{Jumlah Truck} \times$
Waktu Tiap Truck
 $= 9 \text{ buah} \times 5 \text{ menit}$
 $= 45 \text{ menit}$
- Waktu Pengujian Slump = $\text{Jumlah Truck} \times$
Waktu Tiap Truck
 $= 9 \text{ buah} \times 5 \text{ menit}$
 $= 45 \text{ menit}$
- Total = 125 menit

Durasi Operasional Pengecoran

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{83,865 \text{ m}^3}{45,900 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 1,827 \text{ jam} \\ &= 109,627 \text{ menit} \end{aligned}$$

Durasi Pelaksanaan

- Pembersihan Pompa	= 10 menit
- Pembongkaran Pompa	= 15 menit
- Perpindahan Alat	= 5 menit
- Persiapan Kembali	= 5 menit
Total	= 35 menit

Durasi Total

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Durasi Total} &= \text{Durasi Persiapan} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Operasional Pengecoran} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Pasca Pelaksanaan} \\ &= 125 + 109,627 + 35 \\ &= 269,627 \text{ menit} \\ &= 4,494 \text{ jam} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

• Mandor	= $\frac{0,035}{0,035}$	= 1 Pekerja
• Tukang	= $\frac{0,35}{0,035}$	= 10 Pekerja
• Pembantu Tukang	= $\frac{2,1}{0,035}$	= 60 Pekerja
Total Pekerja		= 71 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

$$\bullet \quad \text{Mandor} \quad = 1 \text{ Pekerja} = 8 \text{ jam/hari}$$

- Tukang = 3 Pekerja = 24 jam/hari
- Pembantu Tukang = 4 Pekerja = 32 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 64 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Pengecoran *Pile Cap*

- Harga Bahan
 - Beton Ready Mix PT. Merak Jaya Beton
= 83,865 m³ x Rp 860.000,-
= Rp 72.123.552,64
- Upah Pekerja
 - Mandor
= 1 Pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
= Rp 120.000,-
 - Tukang
= 3 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
= Rp 324.000,-
 - Pembantu Tukang
= 4 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
= Rp 380.000,-
- Harga Total = Rp 120.000,- + Rp 324.000,- +
 Rp 380.000,-
 = Rp 824.000,-
- Biaya Alat
 - *Concrete Pump Truck*
= 1 Unit x 1 hari x Rp 2.500.000,-
= Rp 2.500.000,-
 - *Vibrator*
= 2 Unit x 1 hari x Rp 400.000,-
= Rp 800.000,-
- Harga Total = Rp 2.500.000,- + Rp 800.000,-
 = Rp 3.300.000,-

- Total Biaya = Rp 72.123.552,64 +
Rp 824.000,- + Rp 3.300.000,-
= Rp 76.247.552,64

6.2.5 Pekerjaan Raft Foundation

Pekerjaan *raft foundation* dibagi menjadi 3 tahap proses pengkerjaan yaitu tahap pemasangan bekisting *raft foundation*. Tahap yang ke dua adalah pembesian *raft foundation*. Selanjutnya, tahap terakhir yaitu pengecoran *raft foundation* yang dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete pump truck*.

1) Pekerjaan Bekisting *Raft Foundation*

Perhitungan Bekisting meliputi pekerjaan fabrikasi / menyetel, pemasangan, bongkar, reparasi, dan oles minyak. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan bekisting *raft foundation* diambil dari pekerjaan *raft foundation* zona 1.

a. Data

Untuk perhitungan perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton untuk luas cetakan 10 m^2 dan jam kerja tiap luas cetakan 10 m^2 dapat dilihat pada **tabel 2.5** dan **tabel 2.15**.

$$\text{Jam kerja tiap luas cetakan} = 10 \text{ m}^2$$

Tabel 6. 17 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m^2
Pekerjaan *Raft Foundation*

Jenis Cetakan	Menyetel	Pemasang	Membuka & Membersihkan	Reparasi	Pengolesan Minyak
Raft Foundation	5,5	3	3	3,5	0,5
Kolom dan Shearwall	6	3	3	3,5	0,5
Blok	8	3,5	3,5	3,5	0,5
Pelat Lantai Overtopping	5,5	3	3	3,5	0,5
Tangga	9	6	4	3,5	0,5

$$\text{Luas Bekisting} = 21,700 \text{ m}^2$$

b. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,033}{0,033}$ = 1 Pekerja
 - Tukang Pemasangan = $\frac{0,33}{0,033}$ = 10 Pekerja
 - Pembantu T. Pemasangan = $\frac{0,66}{0,033}$ = 20 Pekerja
 - Tukang Fabrikasi = $\frac{0,33}{0,033}$ = 10 Pekerja
 - Pembantu T. Fabrikasi = $\frac{0,66}{0,033}$ = 20 Pekerja
 - Pembantu T. Bongkar = $\frac{0,66}{0,033}$ = 20 Pekerja
- Total Pekerja = 81 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
 - Tukang Pemasangan = 3 Pekerja
 - Pembantu Tukang Pemasangan = 3 Pekerja
 - Tukang Fabrikasi = 3 Pekerja
 - Pembantu Tukang Fabrikasi = 3 Pekerja
 - Pembantu Tukang Bongkar = 3 Pekerja
- Total Pekerja = 16 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
 - Tukang Pemasangan = 24 jam/hari
 - Pembantu Tukang Pemasangan = 24 jam/hari
 - Tukang Fabrikasi = 24 jam/hari
 - Pembantu Tukang Fabrikasi = 24 jam/hari
 - Pembantu Tukang Bongkar = 24 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 128 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Pasang = 56 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 48 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Bongkar = 24 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Pekerjaan Pemasangan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Jam Kerja Pasang}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{56 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 186,667 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$
- Pekerjaan Fabrikasi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Jam Kerja Fabrikasi}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{48 \text{ jam/hari}}{5,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 87,273 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$
- Pekerjaan Bongkar

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Jam Kerja Bongkar}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{24 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 80,000 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$
- Pekerjaan Oles Minyak

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Jam Kerja Oles Minyak}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{56 \text{ jam/hari}}{0,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 1120 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- Durasi Fabrikasi atau Menyetel

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Fabrikasi atau Menyetel}} \\
 &= \frac{21,700 \text{ m}^2}{87,273 \text{ m}^2/\text{hari}} \\
 &= 0,249 \text{ hari}
 \end{aligned}$$
- Durasi Pemasangan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Pasang}} + \text{Durasi Oles Minyak} \\
 &= \frac{21,700 \text{ m}^2}{186,667 \text{ m}^2/\text{hari}} + 0,019 \\
 &= 0,136 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi Bongkar

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Bongkar}}$$

$$= \frac{21,700 \text{ m}^2}{80,000 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,271 \text{ hari}$$
- Durasi Oles Minyak

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Oles Minyak}}$$

$$= \frac{21,700 \text{ m}^2}{1120 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,019 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi} &= 0,249 + 0,136 + 0,271 + 0,019 \\ &= 0,675 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

d. Kebutuhan Biaya Bekisting *Raft Foundation*

- Pekerjaan Fabrikasi atau Menyetel
 - Harga Bahan
 - Multiplek = 8 lembar x Rp 144.000,-
= Rp 1.152.000,-
 - Meranti 5/7 = 56 batang x Rp 47.000,-
= Rp 2.632.000,-
 - Paku, Kawat = 8,387 kg x Rp 17.000,-
= Rp 142.579,85
 - Minyak Bekisting
= 6,239 liter x Rp 8.500,-
= Rp 53.029,38

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 1.152.000,- + \text{Rp } \\ &\quad 2.632.000,- + \text{Rp } 142.579,85 \\ &\quad + \text{Rp } 53.029,38 \\ &= \text{Rp } 3.979.609,23\end{aligned}$$

- Upah Pekerja
 - Tukang Fabrikasi
 = 3 pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 = Rp 324.000,-
 - Pembantu Tukang Fabrikasi
 = 3 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
 = Rp 285.000,-

Harga Total = Rp 324.000,- + Rp 285.000,-
= Rp 609.000,-

- Biaya Alat
 - Gergaji = 7 buah x Rp 50.000,-
 = Rp 350.000,-
 - Palu = 5 buah x Rp 40.000,-
 = Rp 200.000,-

Harga Total = Rp 350.000,- + Rp 200.000,-
= Rp 550.000,-

- Pekerjaan Pemasangan
 - Upah Pekerja
 - Mandor
 = 1 pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
 = Rp 120.000,-
 - Tukang Pemasangan
 = 3 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 = Rp 324.000,-
 - Pembantu Tukang Pemasangan
 = 3 pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
 = Rp 285.000,-

Harga Total = Rp 120.000,- + Rp 324.000,-
+ Rp 285.000,-
= Rp 729.000,-

- Pekerjaan Bongkar
 - Upah Pekerja
 - Pembantu Tukang Bongkar
 $= 3 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 285.000,-$
- Total Biaya = Rp 3.979.609,23 + Rp 609.000,- + Rp 550.000,- + Rp 729.000,- + Rp 285.000,-
 $= \text{Rp } 6.152.609,23$

2) Pekerjaan Pembesian *Raft Foundation*

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan fabrikasi meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pembesian *raft foundation* diambil dari pekerjaan *raft foundation* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 18 Data Pekerjaan Pembesian *Raft Foundation* Zona 1

Jenis Tulangan	Dimensi Tulangan		n Bentuk	Volume Tulangan	
	Diameter	Panjang Tulangan		kg	m ³
	mm	m			
Tulangan Atas Sumbu X	D16	3183.244	196	4713.713	0.600
Tulangan Bawah Sumbu X	D16	3183.244	196	4713.713	0.600
Tulangan Atas Sumbu Y	D16	3150.825	149	4666.059	0.594
Tulangan Bawah Sumbu Y	D16	3150.825	149	4666.059	0.594
Jumlah		12668.137	690	18759.544	2.390

Jumlah Tulangan :

- Tulangan Potong
 $D16 = 690 \text{ buah}$
- Tulangan Bengkok
 $D16 = 0 \text{ buah}$

- Tulangan Kait
D16 = 690 buah
- Tulangan Pasang
D16 = 1310 buah

b. Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi pekerjaan fabrikasi yang meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan, serta pekerjaan pemasangan diambil dari nilai tengah pada **tabel 2.13** dan **tabel 2.14**.

Jam kerja tiap 100 fabrikasi dan 100 pasang :

- Potongan
 - D16 = 2 jam/100
- Bengkokan
 - D16 = 1,5 jam/100
- Kait
 - D16 = 2,3 jam/100
- Pasang
 - Dibawah 3 m
 - D16 = 5,75 jam/100
 - 3 - 6 m
 - D16 = 7,25 jam/100
 - 6 - 9 m
 - D16 = 9,5 jam/100

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,0007}{0,0007}$ = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Pembantu T. Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Pembantu T. Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja

Total Pekerja = 41 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = 7 Pekerja
- Pembantu Tukang Pemasangan = 7 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = 5 Pekerja
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 5 Pekerja
- Total Pekerja = 25 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 56 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 56 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 40 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 40 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 200 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 80 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Pasang = 120 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- D16
- Pemotongan = 4000 buah/hari
- Pembengkokan = 5333 buah/hari
- Kaitan = 3478 buah/hari
- Pemasangan < 3 m = 2087 buah/hari
- Pemasangan 3-6 m = 1655 buah/hari
- Pemasangan 6-9 m = 1263 buah/hari

d. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- D16

- Pemotongan

$$= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Utama}}{4000 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{690}{4000}$$

$$= 0,173 \text{ hari}$$
- Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{Bengkok Tul. Utama}}{5333 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{5333}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{Kait Tul. Utama}}{3478 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{690}{3478}$$

$$= 0,198 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{2087 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{2087}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1655 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{392}{1655}$$

$$= 0,237 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1263 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{918}{1263}$$

$$= 0,727 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D16} = 0,371 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D16} &= 0,964 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

e. Kebutuhan Biaya Pembesian *Raft Foundation*

- Harga Bahan
 - Besi Beton Ulir (BJTD-40)

$$\begin{aligned}&= 18759,544 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000,- \\ &= \text{Rp } 168.835.893,33\end{aligned}$$
 - Kawat Pengikat (8% Besi Beton)

$$\begin{aligned}&= 1500,763 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.000,- \\ &= \text{Rp } 22.511.452,44\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 168.835.893,33 + \\ &\quad \text{Rp } 22.511.452,44 \\ &= \text{Rp } 191.347.345,78\end{aligned}$$

- Upah Pekerja
 - Mandor

$$\begin{aligned}&= 1 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,- \\ &= \text{Rp } 120.000,-\end{aligned}$$
 - Tukang Pemasangan

$$\begin{aligned}&= 7 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,- \\ &= \text{Rp } 756.000,-\end{aligned}$$
 - Pembantu Tukang Pemasangan

$$\begin{aligned}&= 7 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,- \\ &= \text{Rp } 665.000,-\end{aligned}$$
 - Tukang Fabrikasi

$$\begin{aligned}&= 5 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,- \\ &= \text{Rp } 540.000,-\end{aligned}$$
 - Pembantu Tukang Fabrikasi

$$\begin{aligned}&= 5 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,- \\ &= \text{Rp } 475.000,-\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 756.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 665.000,- + \text{Rp } 540.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 475.000,- \\ &= \text{Rp } 2.556.000,-\end{aligned}$$

- Biaya Alat
 - *Bar Bender*
 $= 4 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 480.000,-$
 - *Bar Cutter*
 $= 4 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 480.000,-$
- Harga Total = Rp 480.000,- + Rp 480.000,-
= Rp 960.000,-
- Total Biaya = Rp 191.347.345,78 +
Rp 2.556.000,- + Rp 960.000,-
= Rp 194.863.345,78

3) Pekerjaan Pengecoran *Raft Foundation*

Pekerjaan pengecoran *raft foundation* dilakukan dengan menggunakan alat berat *concrete pump truck*. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pengecoran *raft foundation* diambil dari pekerjaan *raft foundation* zona 1.

a. Data

Tabel 6. 19 Data Pekerjaan Pengecoran *Raft Foundation* Zona 1

TIPE	Dimensi			Volume m ³	Volume Tulangan		Volume Bersih m ³
	b m	h m	Kedalaman m		kg	m ³	
Tulangan Atas Sumbu X	14.900	19.675	0.4	117.263	4713.713	0.600	116.663
Tulangan Bawah Sumbu X	14.900	19.675	0.4	117.263	4713.713	0.600	116.663
Tulangan Atas Sumbu Y	14.900	19.675	0.4	117.263	4666.059	0.594	116.669
Tulangan Bawah Sumbu Y	14.900	19.675	0.4	117.263	4666.059	0.594	116.669
Jumlah				469.052	18759.544	2.390	466.662

Efisiensi Kerja (EK) :

- Faktor Alat = 0,75
- Faktor Operator = 0,80
- Faktor Cuaca = 0,85

Concrete Pump Truk

- Tipe Alat = KYUKUTO PY 90-17
Concrete Boom Pump
- Jumlah Alat = 1 buah
- Delivery Capacity = $90 \text{ m}^3/\text{jam}$
- Kapasitas Produksi = $\text{Delivery Capacity} \times \text{EK}$
 $= 90 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,51$
 $= 45,900 \text{ m}^3/\text{jam}$

Truck Mixer

- Kapasitas Produksi = 10 m^3
- Kebutuhan =
$$\frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$$

 $= \frac{466,662 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3}$
 $= 47 \text{ buah}$

b. Perhitungan Durasi

Durasi Persiapan

- Pengaturan Posisi = 5 menit
- Pemasangan Pompa = 15 menit
- Pemasangan mesin = 15 menit
- Pergantian antar Truck = $\text{Jumlah Truck} \times$
Waktu Tiap Truck
 $= 47 \text{ buah} \times 5 \text{ menit}$
 $= 235 \text{ menit}$
- Waktu Pengujian Slump = $\text{Jumlah Truck} \times$
Waktu Tiap Truck
 $= 47 \text{ buah} \times 5 \text{ menit}$
 $= 235 \text{ menit}$
- Total = 505 menit

Durasi Operasional Pengecoran

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{466,662 \text{ m}^3}{45,900 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 10,167 \text{ jam} \\ &= 610,016 \text{ menit} \end{aligned}$$

Durasi Pelaksanaan

- Pembersihan Pompa	= 10 menit
- Pembongkaran Pompa	= 15 menit
- Perpindahan Alat	= 5 menit
- Persiapan Kembali	= 5 menit
Total	= 35 menit

Durasi Total

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Durasi Total} &= \text{Durasi Persiapan} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Operasional Pengecoran} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Pasca Pelaksanaan} \\ &= 505 + 610,016 + 35 \\ &= 1150,016 \text{ menit} \\ &= 19,167 \text{ jam} \\ &= 3 \text{ hari} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

• Mandor	= $\frac{0,035}{0,035}$	= 1 Pekerja
• Tukang	= $\frac{0,35}{0,035}$	= 10 Pekerja
• Pembantu Tukang	= $\frac{2,1}{0,035}$	= 60 Pekerja
Total Pekerja		= 71 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

• Mandor	= 1 Pekerja	= 8 jam/hari
----------	-------------	--------------

- Tukang = 4 Pekerja = 32 jam/hari
- Pembantu Tukang = 5 Pekerja = 40 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 80 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Pengecoran *Raft Foundation*

- Harga Bahan
 - Beton Ready Mix PT. Merak Jaya Beton
= 466,662 m³ x Rp 860.000,-
= Rp 401.329.534,32
- Upah Pekerja
 - Mandor
= 1 Pekerja x 3 hari x Rp 120.000,-
= Rp 360.000,-
 - Tukang
= 4 Pekerja x 3 hari x Rp 108.000,-
= Rp 1.296.000,-
 - Pembantu Tukang
= 5 Pekerja x 3 hari x Rp 95.000,-
= Rp 1.425.000,-

Harga Total = Rp 360.000,- + Rp 1.296.000,- +
 Rp 1.425.000,-
 = Rp 3.081.000,-
- Biaya Alat
 - *Concrete Pump Truck*
= 1 Unit x 3 hari x Rp 2.500.000,-
= Rp 7.500.000,-
 - *Vibrator*
= 3 Unit x 3 hari x Rp 400.000,-
= Rp 3.600.000,-

Harga Total = Rp 7.500.000,- + Rp 3.600.000,-
 = Rp 11.100.000,-

- Total Biaya = Rp 401.329.534,32 +
Rp 3.081.000,- +
Rp 11.100.000,-
= Rp 415.510.534,32

6.3 Pekerjaan Struktur Atas

6.3.1 Pekerjaan Kolom dan Shearwall

Pekerjaan kolom dan *shearwall* dibagi menjadi 3 tahap proses pengerjaan yaitu tahap pemasangan bekisting kolom dan *shearwall*. Tahap yang ke dua adalah pemasangan kolom dan *shearwall*. Selanjutnya, tahap terakhir yaitu pengecoran kolom dan *shearwall* yang dilakukan dengan menggunakan alat berat *tower crane* dan *concrete bucket*.

1) Pekerjaan Pembesian Kolom dan *Shearwall*

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan fabrikasi meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pembesian kolom dan *shearwall* diambil dari pekerjaan kolom dan *shearwall* lantai 1 zona 1.

a. Data

Tabel 6. 20 Data Pekerjaan Pembesian Kolom dan *Shearwall* Lantai 1 Zona 1

Dimensi Tulangan		Volume Tulangan	
Diameter	Panjang Tulangan	kg	m ³
mm	m		
D19	4.510	3614.134	0.460
D16	4.300	135.708	0.017
D13	4.330	604.589	0.077
D10	1.945	3406.21299	0.434

Jumlah Tulangan :

- Tulangan Potong
 - D19 = 360 buah
 - D16 = 20 buah
 - D13 = 134 buah
 - D10 = 2482 buah
- Tulangan Bengkok
 - D19 = 0 buah
 - D16 = 0 buah
 - D13 = 0 buah
 - D10 = 1320 buah
- Tulangan Kait
 - D19 = 0 buah
 - D16 = 0 buah
 - D13 = 134 buah
 - D10 = 4964 buah
- Tulangan Pasang
 - D19 = 360 buah
 - D16 = 20 buah
 - D13 = 134 buah
 - D10 = 2482 buah

b. Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi pekerjaan fabrikasi yang meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan, serta pekerjaan pemasangan diambil dari nilai tengah pada **tabel 2.13** dan **tabel 2.14**.

Jam kerja tiap 100 fabrikasi dan 100 pasang :

- Potongan
 - D19 = 2 jam/100
 - D16 = 2 jam/100
 - D13 = 2 jam/100
 - D10 = 2 jam/100
- Total = 8 jam/100

- Bengkokan
 - D19 = 1,5 jam/100
 - D16 = 1,5 jam/100
 - D13 = 1,238 jam/100
 - D10 = 1,15 jam/100
 - Total = 5,388 jam/100
- Kait
 - D19 = 2,3 jam/100
 - D16 = 2,3 jam/100
 - D13 = 1,963 jam/100
 - D10 = 1,85 jam/100
 - Total = 8,413 jam/100
- Pasang
 - Dibawah 3 m
 - D19 = 5,75 jam/100
 - D16 = 5,75 jam/100
 - D13 = 5 jam/100
 - D10 = 4,75 jam/100
 - Total = 21,250 jam/100
 - 3 - 6 m
 - D19 = 7,25 jam/100
 - D16 = 7,25 jam/100
 - D13 = 6,31 jam/100
 - D10 = 6 jam/100
 - Total = 26,813 jam/100
 - 6 - 9 m
 - D19 = 8,25 jam/100
 - D16 = 8,25 jam/100
 - D13 = 7,31 jam/100
 - D10 = 7 jam/100
 - Total = 30,813 jam/100

c. Kebutuhan Tenaga Kerja
 Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,0007}{0,0007}$ = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Pembantu T. Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Pembantu T. Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Total Pekerja = 41 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = 6 Pekerja
- Pembantu Tukang Pemasangan = 6 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = 6 Pekerja
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 6 Pekerja
- Total Pekerja = 25 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 48 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 48 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 48 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 48 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 200 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 96 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Pasang = 104 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Tulangan Utama
 - D19
 - Pemotongan = 4800 buah/hari
 - Pembengkokan = 6400 buah/hari
 - Kaitan = 4174 buah/hari
 - Pemasangan < 3 m = 1809 buah/hari

Pemasangan 3-6 m = 1434 buah/hari
 Pemasangan 6-9 m = 1261 buah/hari

- D16

Pemotongan	= 4800 buah/hari
Pembengkokan	= 6400 buah/hari
Kaitan	= 4174 buah/hari
Pemasangan < 3 m	= 1809 buah/hari
Pemasangan 3-6 m	= 1434 buah/hari
Pemasangan 6-9 m	= 1261 buah/hari
- D13

Pemotongan	= 4800 buah/hari
Pembengkokan	= 7758 buah/hari
Kaitan	= 4892 buah/hari
Pemasangan < 3 m	= 2080 buah/hari
Pemasangan 3-6 m	= 1648 buah/hari
Pemasangan 6-9 m	= 1422 buah/hari
- Tulangan Sengkang
 - D10

Pemotongan	= 4800 buah/hari
Pembengkokan	= 8348 buah/hari
Kaitan	= 5189 buah/hari
Pemasangan < 3 m	= 2189 buah/hari
Pemasangan 3-6 m	= 1733 buah/hari
Pemasangan 6-9 m	= 1486 buah/hari

d. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- Tulangan Sengkang

D10

- Pemotongan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Sengkang}}{4800 \text{ buah/hari}} \\
 &= \frac{2482}{4800} \\
 &= 0,517 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Sengkang}}{8348 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{1320}{8348}$$

$$= 0,158 \text{ hari}$$
- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Sengkang}}{5189 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{4964}{5189}$$

$$= 0,957 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{2189 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{2394}{2189}$$

$$= 1,093 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1733 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{88}{1733}$$

$$= 0,051 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1486 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1486}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D10} = 1,632 \text{ hari}$$

$$= 2 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D10} = 1,144 \text{ hari}$$

$$= 2 \text{ hari}$$

- Tulangan Utama

D19

- Pemotongan

$$= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Utama}}{4800 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{360}{4800}$$

$$= 0,075 \text{ hari}$$
- Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{Bengkok Tul. Utama}}{6400 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{6400}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{Kait Tul. Utama}}{4174 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{4174}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1809 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1809}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1434 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{360}{1434}$$

$$= 0,251 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1261 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1261}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D19} = 0,075 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D19} &= 0,251 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

D16

- Pemotongan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{4800 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{20}{4800} \\ &= 0,004 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pembengkokan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{6400 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{6400} \\ &= 0,000 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Kaitan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{4174 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{4174} \\ &= 0,000 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pemasangan < 3 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1809 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{1809} \\ &= 0,000 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1434 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{20}{1434} \\ &= 0,014 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1261 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{1261} \\ &= 0,000 \text{ hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D16} &= 0,004 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D16} &= 0,014 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

D13

- Pemotongan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{4800 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{134}{4800} \\ &= 0,028 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pembengkokan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{7758 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{7758} \\ &= 0,000 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Kaitan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{4892 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{134}{4892} \\ &= 0,027 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pemasangan < 3 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{2080 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{2080} \\ &= 0,000 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1684 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{134}{1684} \\ &= 0,081 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1422 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1422}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

Σ Durasi Fabrikasi D13 = 0,055 hari
 $= 1$ hari

Σ Durasi Pemasangan D13 = 0,081 hari
 $= 1$ hari

Σ Durasi Total Fabrikasi = 1,766 hari
 $= 2$ hari

Σ Durasi Total Pemasangan
 $= 1,490 \text{ hari} + \text{Waktu Angkat Pembesian}$
 $= 1,490 \text{ hari} + 0,196 \text{ hari}$
 $= 1,686 \text{ hari}$
 $= 2 \text{ hari}$

e. Kebutuhan Biaya Pembesian Kolom dan *Shearwall*

- Harga Bahan
 - Besi Beton Ulir (BJTD-40)
 $= 7760,644 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000,-$
 $= \text{Rp } 69.845.794,51$
 - Kawat Pengikat (8% Besi Beton)
 $= 620,852 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.000,-$
 $= \text{Rp } 9.312.772,60$

Harga Total = Rp 69.845.794,51 +
 $\quad \quad \quad \text{Rp } 9.312.772,60$
 $\quad \quad \quad = \text{Rp } 79.158.567,12$

- Upah Pekerja
 - Mandor
 $= 1 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 240.000,-$

- Tukang Pemasangan
 $= 6 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 1.296.000,-$
- Pembantu Tukang Pemasangan
 $= 6 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 1.140.000,-$
- Tukang Fabrikasi
 $= 6 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 1.296.000,-$
- Pembantu Tukang Fabrikasi
 $= 6 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 1.140.000,-$

Harga Total = Rp 240.000,- + Rp 1.296.000,- +
 Rp 1.140.000,- + Rp 1.296.000,-
 + Rp 1.140.000,-
 = Rp 5.112.000,-

- Biaya Alat

- *Bar Bender*
 $= 4 \text{ Unit} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 960.000,-$
- *Bar Cutter*
 $= 4 \text{ Unit} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 960.000,-$

Harga Total = Rp 960.000,- + Rp 960.000,-
 = Rp 1.920.000,-

- Total Biaya = Rp 79.158.567,12 +
 Rp 5.112.000,- + Rp 1.920.000,-
 = Rp 86.190.567,12

2) Pekerjaan Bekisting Kolom dan *Shearwall*

Perhitungan Bekisting meliputi pekerjaan fabrikasi / menyetel, pemasangan, bongkar, reparasi, danoles minyak. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan

bekisting kolom dan *shearwall* diambil dari pekerjaan kolom dan *shearwall* lantai 1 zona 1.

a. Data

Untuk perhitungan perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton untuk luas cetakan 10 m^2 dan jam kerja tiap luas cetakan 10 m^2 dapat dilihat pada **tabel 2.5** dan **tabel 2.15**.

$$\text{Jam kerja tiap luas cetakan} = 10 \text{ m}^2$$

Tabel 6. 21 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m^2
Pekerjaan Bekisting Kolom dan *Shearwall*

Jenis Cetakan	Menyetel	Memasang	Membuka & Membersihkan	Reparasi	Pengolesan Minyak
Raft Foundation	5,5	3	3	3,5	0,5
Kolom dan Shearwall	6	3	3	3,5	0,5
Balok	8	3,5	3,5	3,5	0,5
Pelat Lantai Overtopping	5,5	3	3	3,5	0,5
Tangga	9	6	4	3,5	0,5

$$\text{Luas Bekisting} = 210,540 \text{ m}^2$$

b. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor $= \frac{0,033}{0,033} = 1$ Pekerja
 - Tukang Pemasangan $= \frac{0,33}{0,033} = 10$ Pekerja
 - Pembantu T. Pemasangan $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
 - Tukang Fabrikasi $= \frac{0,33}{0,033} = 10$ Pekerja
 - Pembantu T. Fabrikasi $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
 - Pembantu T. Bongkar $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
- Total Pekerja $= 81$ Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor $= 1$ Pekerja
- Tukang Pemasangan $= 7$ Pekerja
- Pembantu Tukang Pemasangan $= 7$ Pekerja

• Tukang Fabrikasi	= 8 Pekerja
• Pembantu Tukang Fabrikasi	= 8 Pekerja
• Pembantu Tukang Bongkar	= 8 Pekerja
Total Pekerja	= 39 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

• Mandor	= 8 jam/hari
• Tukang Pemasangan	= 56 jam/hari
• Pembantu Tukang Pemasangan	= 56 jam/hari
• Tukang Fabrikasi	= 64 jam/hari
• Pembantu Tukang Fabrikasi	= 64 jam/hari
• Pembantu Tukang Bongkar	= 64 jam/hari
Total Jam Kerja 1 Grup	= 312 jam/hari
Total Jam Kerja Pek. Pasang	= 120 jam/hari
Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi	= 128 jam/hari
Total Jam Kerja Pek. Bongkar	= 64 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Pekerjaan Pemasangan	$\frac{\text{Total Jam Kerja Pasang}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$
	$= \frac{120 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$
	$= 400,000 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Pekerjaan Fabrikasi	$\frac{\text{Total Jam Kerja Fabrikasi}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$
	$= \frac{128 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$
	$= 213,333 \text{ m}^2/\text{hari}$
- Pekerjaan Bongkar	$\frac{\text{Total Jam Kerja Bongkar}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$
	$= \frac{64 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$
	$= 213,333 \text{ m}^2/\text{hari}$

- Pekerjaan Oles Minyak

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Oles Minyak}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{120 \text{ jam/hari}}{0,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 2400 \text{ m}^2/\text{hari}$$

c. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- Durasi Fabrikasi atau Menyetel

$$\text{Volume} = \frac{\text{Produktivitas Fabrikasi atau Menyetel}}{210,540 \text{ m}^2}$$

$$= \frac{213,333 \text{ m}^2/\text{hari}}{0,987 \text{ hari}}$$

- Durasi Pemasangan

$$\text{Volume} = \frac{\text{Produktivitas Pasang}}{\text{Waktu Angkat Bekisting} + \text{Waktu Angkat Scaffolding}} + \text{Durasi Oles Minyak} +$$

$$= \frac{210,540 \text{ m}^2}{186,667 \text{ m}^2/\text{hari}} + 0,088 + 0,175 + 0,088$$

$$= 0,876 \text{ hari}$$

- Durasi Bongkar

$$\text{Volume} = \frac{\text{Produktivitas Bongkar}}{210,540 \text{ m}^2}$$

$$= \frac{213,333 \text{ m}^2/\text{hari}}{0,987 \text{ hari}}$$

- Durasi Oles Minyak

$$\text{Volume} = \frac{\text{Produktivitas Oles Minyak}}{210,540 \text{ m}^2}$$

$$= \frac{2400 \text{ m}^2/\text{hari}}{0,088 \text{ hari}}$$

$$\Sigma \text{ Durasi} = 0,987 + 0,876 + 0,987 + 0,088$$

$$= 2,938 \text{ hari}$$

$$= 3 \text{ hari}$$

d. Kebutuhan Biaya Bekisting Kolom dan *Shearwall*

- Pekerjaan Fabrikasi atau Menyetel
 - Harga Bahan
 - Multiplek
= 85 lembar x Rp 144.000,-
= Rp 12.240.000,-
 - Meranti 6/12
= 110 batang x Rp 85.000,-
= Rp 9.350.000,-
 - Meranti 5/7
= 324 batang x Rp 47.000,-
= Rp 15.228.000,-
 - Paku, Kawat
= 81,374 kg x Rp 17.000,-
= Rp 1.383.353,07
 - Minyak Bekisting
= 60,530 liter x Rp 8.500,-
= Rp 514.507,12
- Harga Total = Rp 12.240.000,- + Rp
 9.350.000,- + Rp 15.228.000,-
 + Rp 1.383.353,07 +
 Rp 514.507,12
 = Rp 38.715.860,20
- Upah Pekerja
 - Tukang Fabrikasi
= 8 pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
= Rp 864.000,-
 - Pembantu Tukang Fabrikasi
= 8 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
= Rp 760.000,-
- Harga Total = Rp 864.000,- + Rp 760.000,-
 = Rp 1.624.000,-

- Biaya Alat
 - Gergaji = 7 buah x Rp 50.000,-
= Rp 350.000,-
 - Palu = 5 buah x Rp 40.000,-
= Rp 200.000,-

Harga Total = Rp 350.000,- + Rp 200.000,-
= Rp 550.000,-
- Pekerjaan Pemasangan
 - Upah Pekerja
 - Mandor
= 1 pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
= Rp 120.000,-
 - Tukang Pemasangan
= 7 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
= Rp 756.000,-
 - Pembantu Tukang Pemasangan
= 7 pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
= Rp 665.000,-

Harga Total = Rp 120.000,- + Rp 756.000,-
+ Rp 665.000,-
= Rp 1.541.000,-
- Pekerjaan Bongkar
 - Upah Pekerja
 - Pembantu Tukang Bongkar
= 8 pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
= Rp 760.000,-
- Total Biaya = Rp 38.715.860,20 + Rp 1.624.000,- + Rp 550.000,- +
Rp 1.541.000,- + Rp 760.000,-
= Rp 43.190.860,20

- * Untuk bekisting kolom dan *shearwall*, digunakan sebanyak 2 kali. Pekerjaan fabrikasi dilakukan pada :
 - Kolom dan *shearwall* lantai 1, dan digunakan kembali pada kolom dan shearwall lantai 2
 - Kolom dan *shearwall* lantai 3, dan digunakan kembali pada kolom dan shearwall lantai 4
 - Kolom dan *shearwall* lantai 5, dan digunakan kembali pada kolom dan shearwall lantai 6
 - Kolom dan *shearwall* lantai 7, dan digunakan kembali pada kolom dan shearwall lantai 8
 - Kolom dan *shearwall* lantai 9
- * Sebelum bekisting digunakan kembali untuk lantai selanjutnya, perlu dilakukan pekerjaan reparasi bekisting terlebih dahulu dengan biaya material sebesar 20% dari harga material fabrikasi lantai sebelumnya.

3) Pekerjaan Pengecoran Kolom dan *Shearwall*

Pekerjaan pengecoran kolom dan *shearwall* dilakukan dengan menggunakan alat berat *tower crane* dan *concrete bucket*. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pengecoran kolom dan *shearwall* diambil dari pekerjaan kolom dan *shearwall* lantai 1 zona 1.

a. Data

Tabel 6. 22 Data Pekerjaan Pengecoran Kolom dan Shearwall Lantai 1 Zona 1

TIPE	Dimensi			Volume m ³	Volume Tulangan kg	Volume Bersih m ³	Jumlah Kolom dan Shearwall buah
	b m	h m	Kedalaman m				
K1	0.3	1	3.2	5.760	1355.789	0.173	5.387
K2	0.3	0.9	3.2	12.096	3128.956	0.399	11.697
K3	0.3	0.9	3.2	0.000	0.000	0.000	0
K4	0.3	0.6	3.2	1.152	176.640	0.023	1.129
SW1-1	0.15	4.8	3.2	2.304	1324.467	0.169	2.135
SW1-2	0.15	2.6	3.2	1.248	450.324	0.057	1.191
SW1-3	0.15	4.8	3.2	2.304	1324.467	0.169	2.135
Jumlah Kolom				19.008	4661.385	0.594	18.414
Jumlah Shearwall				3.856	3099.258	0.395	5.461
Jumlah Total				24.864	7760.644	0.989	23.875

Efisiensi Kerja (EK) :

- Faktor Alat = 0,75
- Faktor Operator = 0,80
- Faktor Cuaca = 0,85

Concrete Bucket

- Volume Bucket = 1 m³
- Waktu Siklus TC = 299 menit
- Efisiensi Kerja = 0,51
- Delivery Capacity

$$= \text{Volume Bucket} \times \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu Siklus TC / jumlah}}$$

$$= 1 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit}}{11,960}$$

$$= 5,017 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- Kapasitas Produksi = Delivery Capacity x EK

$$= 5,017 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,51$$

$$= 2,559 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Truck Mixer

- Kapasitas Produksi = 10 m³
- Kebutuhan

$$= \frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$$

$$= \frac{23,875 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3}$$

$$= 3 \text{ buah}$$

b. Perhitungan Durasi

Durasi Persiapan

- Pengaturan Posisi	= 5 menit
- Pemasangan Pompa	= 15 menit
- Pemasangan mesin	= 15 menit
- Pergantian antar Truck	= Jumlah Truck x Waktu Tiap Truck
	= 3 buah x 5 menit
	= 15 menit
- Waktu Pengujian Slump	= Jumlah Truck x Waktu Tiap Truck
	= 3 buah x 5 menit
	= 15 menit
Total	= 35 menit

Durasi Operasional Pengecoran

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{23,875 \text{ m}^3}{2,559 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 9,332 \text{ jam} \\ &= 559,901 \text{ menit} \end{aligned}$$

Durasi Total

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned} \text{Durasi Total} &= \text{Durasi Persiapan} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Operasional Pengecoran} + \text{Durasi} \\ &\quad \textit{Tower Crane} \\ &= 35 + 559,901 + 299 \\ &= 893,901 \text{ menit} \\ &= 14,898 \text{ jam} \\ &= 2 \text{ hari} \end{aligned}$$

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

$$\bullet \quad \text{Mandor} \quad = \frac{0,035}{0,035} \quad = 1 \text{ Pekerja}$$

• Tukang	$= \frac{0,35}{0,035}$	= 10 Pekerja
• Pembantu Tukang	$= \frac{2,1}{0,035}$	= 60 Pekerja
Total Pekerja		= 71 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

• Mandor	$= 1$ Pekerja	= 8 jam/hari
• Tukang	$= 6$ Pekerja	= 48 jam/hari
• Pembantu Tukang	$= 5$ Pekerja	= 40 jam/hari
Total Jam Kerja 1 Grup		= 96 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Pengecoran Kolom dan *Shearwall*

• Harga Bahan	- Beton Ready Mix PT. Merak Jaya Beton	$= 188,414 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 1.050.000,-$
		$= \text{Rp } 19.334.902,59$
	- Beton Ready Mix PT. Merak Jaya Beton	$= 5,461 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 860.000,-$
		$= \text{Rp } 4.368.952,-$
Harga Total	= Rp 19.334.902,59 +	
	Rp 4.368.952,-	
	= Rp 23.703.854,60	

• Upah Pekerja	- Mandor	$= 1$ Pekerja \times 2 hari \times Rp 120.000,-
		$= \text{Rp } 240.000,-$
	- Tukang	$= 6$ Pekerja \times 2 hari \times Rp 108.000,-
		$= \text{Rp } 1.296.000,-$
	- Pembantu Tukang	$= 5$ Pekerja \times 2 hari \times Rp 95.000,-
		$= \text{Rp } 950.000,-$

$$\begin{aligned}
 \text{Harga Total} &= \text{Rp } 240.000,- + \text{Rp } 1.296.000,- + \\
 &\quad \text{Rp } 950.000,- \\
 &= \text{Rp } 2.468.000,-
 \end{aligned}$$

- Biaya Alat
 - *Concrete Bucket*
 = 1 Unit x 2 hari x Rp 120.000,-
 = Rp 240.000,-
 - *Vibrator*
 = 2 Unit x 2 hari x Rp 400.000,-
 = Rp 1.600.000,-
- Harga Total = Rp 240.000,- + Rp 1.600.000,-
 = Rp 1.840.000,-
- Total Biaya = Rp 23.703.854,60 +
 Rp 2.468.000,- +
 Rp 1.840.000,-
 = Rp 28.029.854,60

6.3.2 Pekerjaan Balok

Pekerjaan balok dibagi menjadi 3 tahap proses penggerjaan yaitu tahap pemasangan bekisting balok. Tahap yang ke dua adalah pembesian balok. Selanjutnya, tahap terakhir yaitu pengecoran balok yang dilakukan bersamaan dengan pelat *overtopping* dan tangga dengan menggunakan alat berat *tower crane* dan *concrete bucket*.

1) Pekerjaan Bekisting Balok

Perhitungan bekisting meliputi pekerjaan fabrikasi / menyetel, pemasangan, bongkar, reparasi, danoles minyak. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan bekisting balok diambil dari pekerjaan balok lantai 2 zona 1.

a. Data

Untuk perhitungan perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton untuk luas cetakan 10 m² dan jam

kerja tiap luas cetakan 10 m^2 dapat dilihat pada **tabel 2.5** dan **tabel 2.15**.

Jam kerja tiap luas cetakan $= 10 \text{ m}^2$

Tabel 6. 23 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m^2
Pekerjaan Bekisting Balok

Jenis Cetakan	Menyetel	Memasang	Membuka & Membersihkan	Reparasi	Pengolesan Minyak
Raft Foundation	5,5	3	3	3,5	0,5
Kolom dan Shearwall	6	3	3	3,5	0,5
Balok	8	3,5	3,5	3,5	0,5
Pelat Lantai Overtopping	5,5	3	3	3,5	0,5
Tangga	9	6	4	3,5	0,5

Luas Bekisting $= 210,540 \text{ m}^2$

b. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor $= \frac{0,033}{0,033} = 1$ Pekerja
 - Tukang Pemasangan $= \frac{0,33}{0,033} = 10$ Pekerja
 - Pembantu T. Pemasangan $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
 - Tukang Fabrikasi $= \frac{0,33}{0,033} = 10$ Pekerja
 - Pembantu T. Fabrikasi $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
 - Pembantu T. Bongkar $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
- Total Pekerja $= 81$ Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor $= 1$ Pekerja
 - Tukang Pemasangan $= 6$ Pekerja
 - Pembantu Tukang Pemasangan $= 6$ Pekerja
 - Tukang Fabrikasi $= 8$ Pekerja
 - Pembantu Tukang Fabrikasi $= 8$ Pekerja
 - Pembantu Tukang Bongkar $= 7$ Pekerja
- Total Pekerja $= 36$ Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 48 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 48 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 64 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 64 jam/hari
- Pembantu Tukang Bongkar = 56 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 288 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Pasang = 104 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 128 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Bongkar = 56 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Pekerjaan Pemasangan

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Pasang}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{104 \text{ jam/hari}}{3,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 297,143 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Pekerjaan Fabrikasi

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Fabrikasi}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{128 \text{ jam/hari}}{8 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 160,000 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Pekerjaan Bongkar

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Bongkar}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{56 \text{ jam/hari}}{3,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 160,000 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Pekerjaan Oles Minyak

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Oles Minyak}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{104 \text{ jam/hari}}{0,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 2080 \text{ m}^2/\text{hari}$$

c. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- Durasi Fabrikasi atau Menyetel

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Fabrikasi atau Menyetel}}$$

$$= \frac{156,676 \text{ m}^2}{160,000 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,979 \text{ hari}$$
- Durasi Pemasangan

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Pasang Scaffolding}} + \text{Durasi Oles Minyak} + \text{Waktu Angkat Bekisting} + \text{Waktu Angkat}$$

$$= \frac{156,676 \text{ m}^2}{297,143 \text{ m}^2/\text{hari}} + 0,075 + 0,205 + 0,190$$

$$= 0,873 \text{ hari}$$
- Durasi Bongkar

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Bongkar}}$$

$$= \frac{156,676 \text{ m}^2}{160,000 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,979 \text{ hari}$$
- Durasi Oles Minyak

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Oles Minyak}}$$

$$= \frac{156,676 \text{ m}^2}{2080 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,075 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi} &= 0,979 + 0,873 + 0,979 + 0,075 \\ &= 2,907 \text{ hari} \\ &= 3 \text{ hari}\end{aligned}$$

d. Kebutuhan Biaya Bekisting Balok

- Pekerjaan Fabrikasi atau Menyetel
 - Harga Bahan
 - Multiplek

$$= 90 \text{ lembar} \times \text{Rp } 144.000,-$$

$$= \text{Rp } 12.960.000,-$$

- Meranti 6/12
 $= 327 \text{ batang} \times \text{Rp } 85.000,-$
 $= \text{Rp } 27.795.000,-$
- Meranti 5/7
 $= 633 \text{ batang} \times \text{Rp } 47.000,-$
 $= \text{Rp } 29.751.000,-$
- Paku, Kawat
 $= 60,555 \text{ kg} \times \text{Rp } 17.000,-$
 $= \text{Rp } 1.029.440,38$
- Minyak Bekisting
 $= 45,044 \text{ liter} \times \text{Rp } 8.500,-$
 $= \text{Rp } 382.877,24$

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 12.960.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 27.795.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 29.751.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 1.029.440,38 + \\ &\quad \text{Rp } 382.877,24 \\ &= \text{Rp } 71.918.317,62\end{aligned}$$

- Upah Pekerja
 - Tukang Fabrikasi
 $= 8 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 864.000,-$
 - Pembantu Tukang Fabrikasi
 $= 8 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 760.000,-$
- Biaya Alat
 - Gergaji = 7 buah $\times \text{Rp } 50.000,-$
 $= \text{Rp } 350.000,-$
 - Palu = 5 buah $\times \text{Rp } 40.000,-$
 $= \text{Rp } 200.000,-$

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 350.000,- + \text{Rp } 200.000,- \\ &= \text{Rp } 550.000,-\end{aligned}$$

- Pekerjaan Pemasangan
 - Upah Pekerja
 - Mandor

$$\begin{aligned}&= 1 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,- \\ &= \text{Rp } 120.000,-\end{aligned}$$
 - Tukang Pemasangan

$$\begin{aligned}&= 6 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,- \\ &= \text{Rp } 648.000,-\end{aligned}$$
 - Pembantu Tukang Pemasangan

$$\begin{aligned}&= 6 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,- \\ &= \text{Rp } 570.000,-\end{aligned}$$

$\text{Harga Total} = \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 648.000,-$
 $\quad \quad \quad + \text{Rp } 570.000,-$
 $\quad \quad \quad = \text{Rp } 1.338.000,-$
 - Pekerjaan Bongkar
 - Upah Pekerja
 - Pembantu Tukang Bongkar

$$\begin{aligned}&= 7 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,- \\ &= \text{Rp } 665.000,-\end{aligned}$$
 - Total Biaya $= \text{Rp } 71.918.317,62 + \text{Rp } 1.624.000,- + \text{Rp } 550.000,- +$
 $\quad \quad \quad \text{Rp } 1.338.000,- + \text{Rp } 665.000,-$
 $\quad \quad \quad = \text{Rp } 76.095.317,62$
- * Untuk bekisting balok digunakan sebanyak 2 kali.
 Pekerjaan fabrikasi dilakukan pada :
- Balok lantai 2, dan digunakan kembali pada balok lantai 4

- Balok lantai 3, dan digunakan kembali pada balok lantai 5
 - Balok lantai 6, dan digunakan kembali pada balok lantai 8
 - Balok lantai 7, dan digunakan kembali pada balok lantai 9
 - Balok lantai 10
- * Sebelum bekisting digunakan kembali untuk lantai selanjutnya, perlu dilakukan pekerjaan reparasi bekisting terlebih dahulu dengan biaya material sebesar 20% dari harga material fabrikasi lantai sebelumnya.

2) Pekerjaan Pembesian Balok

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan fabrikasi meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pembesian balok diambil dari pekerjaan balok lantai 2 zona 1.

a. Data

Tabel 6. 24 Data Pekerjaan Pembesian Balok Lantai 2 Zona 1

Dimensi Tulangan		Volume Tulangan	
Diameter	Panjang Tulangan	kg	m ³
mm	m		
D8	0.753	189.415	0.024
D10	1.314	833.587	0.106
D13	1.526	709.502	0.090
D16	2.773	1598.284	0.204
Jumlah	6.365	3330.787	0.424

Jumlah Tulangan :

- Tulangan Potong
 - D8 = 637 buah
 - D10 = 1150 buah
 - D13 = 436 buah
 - D16 = 298 buah
- Tulangan Bengkok
 - D8 = 1911 buah
 - D10 = 3432 buah
 - D13 = 0 buah
 - D16 = 0 buah
- Tulangan Kait
 - D8 = 1274 buah
 - D10 = 2300 buah
 - D13 = 320 buah
 - D16 = 132 buah
- Tulangan Pasang
 - D8 = 637 buah
 - D10 = 1150 buah
 - D13 = 460 buah
 - D16 = 438 buah

b. Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi pekerjaan fabrikasi yang meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan, serta pekerjaan pemasangan diambil dari nilai tengah pada **tabel 2.13** dan **tabel 2.14**.

Jam kerja tiap 100 fabrikasi dan 100 pasang :

- Potongan
 - D8 = 2 jam/100
 - D10 = 2 jam/100
 - D13 = 2 jam/100
 - D16 = 2 jam/100
 - Total = 8 jam/100
- Bengkokan

- D8 = 1,15 jam/100
 - D10 = 1,15 jam/100
 - D13 = 1,238 jam/100
 - D16 = 1,5 jam/100
 - Total = 5,038 jam/100
 - Kait
 - D8 = 1,85 jam/100
 - D10 = 1,85 jam/100
 - D13 = 1,963 jam/100
 - D16 = 2,3 jam/100
 - Total = 7,963 jam/100
 - Pasang
 - Dibawah 3 m
 - D8 = 4,75 jam/100
 - D10 = 4,75 jam/100
 - D13 = 5 jam/100
 - D16 = 5,75 jam/100
 - Total = 20,250 jam/100
 - 3 - 6 m
 - D8 = 6 jam/100
 - D10 = 6 jam/100
 - D13 = 6,31 jam/100
 - D16 = 7,25 jam/100
 - Total = 25,563 jam/100
 - 6 - 9 m
 - D8 = 7 jam/100
 - D10 = 7 jam/100
 - D13 = 7,31 jam/100
 - D16 = 8,25 jam/100
 - Total = 29,563 jam/100
- c. Kebutuhan Tenaga Kerja
 Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :
- Mandor = $\frac{0,0007}{0,0007} = 1$ Pekerja

- Tukang Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Pembantu T. Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Pembantu T. Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Total Pekerja = 41 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = 4 Pekerja
- Pembantu Tukang Pemasangan = 4 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = 7 Pekerja
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 7 Pekerja
- Total Pekerja = 23 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 32 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 32 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 56 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 56 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 184 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 112 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Pasang = 72 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Tulangan Utama
 - D13
 - Pemotongan = 5600 buah/hari
 - Pembengkokan = 9051 buah/hari
 - Kaitan = 5707 buah/hari
 - Pemasangan < 3 m = 1440 buah/hari
 - Pemasangan 3-6 m = 1141 buah/hari
 - Pemasangan 6-9 m = 985 buah/hari

- D16

Pemotongan	= 5600 buah/hari
Pembengkokan	= 7467 buah/hari
Kaitan	= 4870 buah/hari
Pemasangan < 3 m	= 1252 buah/hari
Pemasangan 3-6 m	= 993 buah/hari
Pemasangan 6-9 m	= 873 buah/hari
 - Tulangan Sengkang
 - D8

Pemotongan	= 5600 buah/hari
Pembengkokan	= 9739 buah/hari
Kaitan	= 6054 buah/hari
Pemasangan < 3 m	= 1516 buah/hari
Pemasangan 3-6 m	= 1200 buah/hari
Pemasangan 6-9 m	= 1029 buah/hari
 - D10

Pemotongan	= 5600 buah/hari
Pembengkokan	= 9739 buah/hari
Kaitan	= 6054 buah/hari
Pemasangan < 3 m	= 1516 buah/hari
Pemasangan 3-6 m	= 1200 buah/hari
Pemasangan 6-9 m	= 1029 buah/hari
- d. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan
- Tulangan Sengkang
 - D8
 - Pemotongan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Sengkang}}{5600 \text{ buah/hari}} \\
 &= \frac{637}{5600} \\
 &= 0,114 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Sengkang}}{9739 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{1911}{9739}$$

$$= 0,196 \text{ hari}$$
- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Sengkang}}{6054 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{1274}{6054}$$

$$= 0,210 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1516 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{637}{1516}$$

$$= 0,420 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1200 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1200}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Sengkang}}{1029 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1029}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D8} = 0,520 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D8} = 0,420 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

D10

- Pemotongan

$$= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Sengkang}}{5600 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{1150}{5600}$$

$$= 0,205 \text{ hari}$$
- Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{Bengkok Tul. Sengkang}}{9739 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{3432}{9739}$$

$$= 0,352 \text{ hari}$$
- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{Kait Tul. Sengkang}}{6054 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{2300}{6054}$$

$$= 0,380 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Sengkang}}{1516 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{1144}{1516}$$

$$= 0,755 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Sengkang}}{1200 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{6}{1200}$$

$$= 0,005 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Sengkang}}{1029 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1029}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D10} = 0,938 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D10} &= 0,760 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Tulangan Utama
D13
 - Pemotongan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{5600 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{436}{5600} \\ &= 0,078 \text{ hari}\end{aligned}$$
 - Pembengkokan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{9051 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{9051} \\ &= 0,000 \text{ hari}\end{aligned}$$
 - Kaitan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{5707 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{320}{5707} \\ &= 0,056 \text{ hari}\end{aligned}$$
 - Pemasangan < 3 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1440 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{408}{1440} \\ &= 0,283 \text{ hari}\end{aligned}$$
 - Pemasangan 3-6 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1141 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{20}{1141} \\ &= 0,018 \text{ hari}\end{aligned}$$
 - Pemasangan 6-9 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{985 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{32}{985} \\ &= 0,033 \text{ hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D13} &= 0,134 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D13} &= 0,333 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

D16

- Pemotongan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{5600 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{298}{5600} \\ &= 0,053 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pembengkokan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{7467 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{0}{7467} \\ &= 0,000 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Kaitan

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{4870 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{132}{4870} \\ &= 0,027 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pemasangan < 3 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1252 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{282}{1252} \\ &= 0,225 \text{ hari}\end{aligned}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$\begin{aligned}&= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{993 \text{ buah/hari}} \\ &= \frac{28}{993} \\ &= 0,028 \text{ hari}\end{aligned}$$

- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{873 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{128}{873}$$

$$= 0,147 \text{ hari}$$

Σ Durasi Fabrikasi D16 = 0,080 hari
 $= 1$ hari

Σ Durasi Pemasangan D16 = 0,400 hari
 $= 1$ hari

Σ Durasi Total Fabrikasi = 1,672 hari
 $= 2$ hari

Σ Durasi Total Pemasangan
 $= 1,913 \text{ hari} + \text{Waktu Angkat Pembesian}$
 $= 1,913 \text{ hari} + 0,080 \text{ hari}$
 $= 1,994 \text{ hari}$
 $= 2 \text{ hari}$

e. Kebutuhan Biaya Pembesian Balok

- Harga Bahan
 - Besi Beton Ulir (BJTD-40)
 $= 3330,787 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000,-$
 $= \text{Rp } 29.977.084,92$
 - Kawat Pengikat (8% Besi Beton)
 $= 266,463 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.000,-$
 $= \text{Rp } 3.996.994,66$
- Harga Total = Rp 29.977.084,92 +
 $\quad \quad \quad \text{Rp } 3.996.994,66$
 $\quad \quad \quad = \text{Rp } 33.974.029,57$

- Upah Pekerja
 - Mandor
 $= 1 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 240.000,-$

- Tukang Pemasangan
 $= 4 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 864.000,-$
- Pembantu Tukang Pemasangan
 $= 4 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 760.000,-$
- Tukang Fabrikasi
 $= 7 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 1.512.000,-$
- Pembantu Tukang Fabrikasi
 $= 7 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 1.330.000,-$

Harga Total = Rp 240.000,- + Rp 864.000,- +
 Rp 760.000,- + Rp 1.512.000,-
 + Rp 1.330.000,-
 = Rp 4.706.000,-

- Biaya Alat

- *Bar Bender*
 $= 4 \text{ Unit} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 960.000,-$
- *Bar Cutter*
 $= 4 \text{ Unit} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 960.000,-$

Harga Total = Rp 960.000,- + Rp 960.000,-
 = Rp 1.920.000,-

- Total Biaya = Rp 33.974.029,57 +
 Rp 4.706.000,- + Rp 1.920.000,-
 = Rp 40.600.029,57

6.3.3 Pekerjaan Pelat Overtopping

Pekerjaan pelat *overtopping* dibagi menjadi 3 tahap proses pengerjaan yaitu tahap pemasangan bekisting pelat *overtopping*. Tahap yang ke dua adalah pembesian pelat *overtopping*. Selanjutnya, tahap terakhir yaitu pengecoran

pelat *overtopping* yang dilakukan bersamaan dengan balok dan tangga dengan menggunakan alat berat *tower crane* dan *concrete bucket*.

1) Pekerjaan Bekisting Pelat *Overtopping*

Perhitungan bekisting meliputi pekerjaan fabrikasi / menyetel, pemasangan, bongkar, reparasi, danoles minyak. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan bekisting pelat *overtopping* diambil dari pekerjaan pelat *overtopping* lantai 2 zona 1.

a. Data

Untuk perhitungan perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton untuk luas cetakan 10 m^2 dan jam kerja tiap luas cetakan 10 m^2 dapat dilihat pada **tabel 2.5** dan **tabel 2.15**.

$$\text{Jam kerja tiap luas cetakan} = 10 \text{ m}^2$$

Tabel 6. 25 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m^2
Pekerjaan Bekisting Pelat *Overtopping*

Jenis Cetakan	Menyetel	Pemasang	Membuka & Membersihkan	Reparasi	Pengolesan Minyak
Raft Foundation	5,5	3	3	3,5	0,5
Kolom dan Shearwall	6	3	3	3,5	0,5
Balok	8	3,5	3,5	3,5	0,5
Pelat Lantai Overtopping	5,5	3	3	3,5	0,5
Tangga	9	6	4	3,5	0,5

$$\text{Luas Bekisting} = 2,328 \text{ m}^2$$

b. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor $= \frac{0,033}{0,033} = 1$ Pekerja
- Tukang Pemasangan $= \frac{0,33}{0,033} = 10$ Pekerja
- Pembantu T. Pemasangan $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
- Tukang Fabrikasi $= \frac{0,33}{0,033} = 10$ Pekerja
- Pembantu T. Fabrikasi $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja

- Pembantu T. Bongkar = $\frac{0,66}{0,033}$ = 20 Pekerja
Total Pekerja = 81 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = 2 Pekerja
- Pembantu Tukang Pemasangan = 2 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = 2 Pekerja
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 2 Pekerja
- Pembantu Tukang Bongkar = 2 Pekerja
Total Pekerja = 11 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 16 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 16 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 16 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 16 jam/hari
- Pembantu Tukang Bongkar = 16 jam/hari
Total Jam Kerja 1 Grup = 88 jam/hari
Total Jam Kerja Pek. Pasang = 40 jam/hari
Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 32 jam/hari
Total Jam Kerja Pek. Bongkar = 16 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Pekerjaan Pemasangan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Jam Kerja Pasang}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{40 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 133,333 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$

- Pekerjaan Fabrikasi

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Jam Kerja Fabrikasi}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{32 \text{ jam/hari}}{5,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 58,182 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$
 - Pekerjaan Bongkar

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Jam Kerja Bongkar}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{16 \text{ jam/hari}}{3 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 53,333 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$
 - Pekerjaan Oles Minyak

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Total Jam Kerja Oles Minyak}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= \frac{40 \text{ jam/hari}}{0,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2 \\
 &= 800 \text{ m}^2/\text{hari}
 \end{aligned}$$
- c. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan
- Durasi Fabrikasi atau Menyetel

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Fabrikasi atau Menyetel}} \\
 &= \frac{2,328 \text{ m}^2}{58,182 \text{ m}^2/\text{hari}} \\
 &= 0,040 \text{ hari}
 \end{aligned}$$
 - Durasi Pemasangan

$$\begin{aligned}
 &= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Pasang}} + \text{Durasi Oles Minyak} + \\
 &\quad \text{Waktu Angkat Bekisting} + \text{Waktu Angkat} \\
 &\quad \text{Scaffolding} \\
 &= \frac{2,328 \text{ m}^2}{133,333 \text{ m}^2/\text{hari}} + 0,003 + 0,0005 + 0,135 \\
 &= 0,198 \text{ hari}
 \end{aligned}$$

- Durasi Bongkar

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Bongkar}}$$

$$= \frac{2,328 \text{ m}^2}{53,333 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,044 \text{ hari}$$

- Durasi Oles Minyak

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Oles Minyak}}$$

$$= \frac{2,328 \text{ m}^2}{800 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,003 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi} = 0,040 + 0,198 + 0,044 + 0,003$$

$$= 0,284 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

d. Kebutuhan Biaya Bekisting Pelat *Overtopping*

- Pekerjaan Fabrikasi atau Menyetel

- Harga Bahan
 - Multiplek
= 1 lembar x Rp 144.000,-
= Rp 144.000,-
 - Paku, Kawat
= 9,200 kg x Rp 17.000,-
= Rp 156.392,36
 - Minyak Bekisting
= 6,843 liter x Rp 8.500,-
= Rp 58.166,63

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 144.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 156.392,36 + \\ &\quad \text{Rp } 58.166,63 \\ &= \text{Rp } 358.558,98\end{aligned}$$

- Upah Pekerja
 - Tukang Fabrikasi
 = 2 pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 = Rp 216.000,-
 - Pembantu Tukang Fabrikasi
 = 2 Pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
 = Rp 190.000,-

Harga Total = Rp 216.000,- + Rp 190.000,-
 = Rp 406.000,-
- Biaya Alat
 - Gergaji = 2 buah x Rp 50.000,-
 = Rp 100.000,-
 - Palu = 2 buah x Rp 40.000,-
 = Rp 80.000,-

Harga Total = Rp 100.000,- + Rp 80.000,-
 = Rp 180.000,-
- Pekerjaan Pemasangan
 - Upah Pekerja
 - Mandor
 = 1 pekerja x 1 hari x Rp 120.000,-
 = Rp 120.000,-
 - Tukang Pemasangan
 = 2 Pekerja x 1 hari x Rp 108.000,-
 = Rp 216.000,-
 - Pembantu Tukang Pemasangan
 = 2 pekerja x 1 hari x Rp 95.000,-
 = Rp 190.000,-

Harga Total = Rp 120.000,- + Rp 216.000,-
 + Rp 190.000,-
 = Rp 526.000,-

- Pekerjaan Bongkar
- Upah Pekerja
 - Pembantu Tukang Bongkar

$$\begin{aligned} &= 2 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,- \\ &= \text{Rp } 190.000,- \end{aligned}$$
- Total Biaya = Rp 358.558,98 + Rp 406.000,- + Rp 180.000,- +

$$\begin{aligned} &\quad \text{Rp } 526.000,- + \text{Rp } 190.000,- \\ &= \text{Rp } 1.660.558,98 \end{aligned}$$
- * Untuk bekisting pelat *overtopping* digunakan sebanyak 2 kali. Pekerjaan fabrikasi dilakukan pada :
 - Pelat *overtopping* lantai 2, dan digunakan kembali pada pelat *overtopping* lantai 4
 - Pelat *overtopping* lantai 3, dan digunakan kembali pada pelat *overtopping* lantai 5
 - Pelat *overtopping* lantai 6, dan digunakan kembali pada pelat *overtopping* lantai 8
 - Pelat *overtopping* lantai 7, dan digunakan kembali pada pelat *overtopping* lantai 9
 - Pelat *overtopping* lantai 10
- * Sebelum bekisting digunakan kembali untuk lantai selanjutnya, perlu dilakukan pekerjaan reparasi bekisting terlebih dahulu dengan biaya material sebesar 20% dari harga material fabrikasi lantai sebelumnya.

2) Pekerjaan Pembesian Pelat *Overtopping*

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan fabrikasi meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan serta pemasangan tulangan.

Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pemberian pelat *overtopping* diambil dari pekerjaan pelat *overtopping* lantai 2 zona 1.

a. Data

Tabel 6. 26 Data Pekerjaan Pembesian Pelat
Overtopping Lantai 2 Zona 1

Dimensi Tulangan		Volume Tulangan	
Diameter	Panjang Tulangan	kg	m ³
mm	m		
D10	2.537	1745.901	0.222
Jumlah	2.537	1745.901	0.222

Jumlah Tulangan :

- Tulangan Potong
D10 = 1276 buah
- Tulangan Bengkok
D10 = 0 buah
- Tulangan Kait
D10 = 1589 buah
- Tulangan Pasang
Pasang < 3 m
D10 = 1075 buah
Pasang 3-6 m
D10 = 0 buah
Pasang 6-9 m
D10 = 700 buah

b. Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi pekerjaan fabrikasi yang meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan, serta pekerjaan pemasangan diambil dari nilai tengah pada **tabel 2.13** dan **tabel 2.14**.

Jam kerja tiap 100 fabrikasi dan 100 pasang :

- Potongan
 - D10 = 2 jam/100
- Bengkokan
 - D10 = 1,15 jam/100
- Kait
 - D10 = 1,85 jam/100
- Pasang
 - Dibawah 3 m
 - D10 = 4,75 jam/100
 - 3 - 6 m
 - D10 = 6 jam/100
 - 6 - 9 m
 - D10 = 7 jam/100

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor = $\frac{0,0007}{0,0007}$ = 1 Pekerja
 - Tukang Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
 - Pembantu T. Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
 - Tukang Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
 - Pembantu T. Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
- Total Pekerja = 41 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
 - Tukang Pemasangan = 7 Pekerja
 - Pembantu Tukang Pemasangan = 7 Pekerja
 - Tukang Fabrikasi = 4 Pekerja
 - Pembantu Tukang Fabrikasi = 4 Pekerja
- Total Pekerja = 23 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 56 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 56 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 32 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 32 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 184 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 64 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Pasang = 120 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- D10
 - Pemotongan = 3200 buah/hari
 - Pembengkokan = 5565 buah/hari
 - Kaitan = 3459 buah/hari
 - Pemasangan < 3 m = 2526 buah/hari
 - Pemasangan 3-6 m = 2000 buah/hari
 - Pemasangan 6-9 m = 1714 buah/hari

d. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- D10
 - Pemotongan

$$= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{3200 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{1276}{3200}$$

$$= 0,399 \text{ hari}$$
 - Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{5565 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{5565}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{3459 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{1589}{3459}$$

$$= 0,459 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{2526 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{1075}{2526}$$

$$= 0,426 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{2000 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{2000}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1714 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{700}{1714}$$

$$= 0,408 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D10} &= 0,858 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Sigma \text{ Durasi Pemasangan D10} &= 0,834 \text{ hari} + \text{Waktu Angkat Pembesian} \\ &= 0,834 \text{ hari} + 0,042 \text{ hari} \\ &= 0,876 \text{ hari} \\ &= 1 \text{ hari} \end{aligned}$$

e. Kebutuhan Biaya Pembesian Pelat *Overtopping*

- Harga Bahan
 - Besi Beton Ulir (BJTD-40)

$$= 1745,901 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000,-$$

$$= \text{Rp } 15.713.109,99$$

- Kawat Pengikat (8% Besi Beton)
 $= 139,672 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.000,-$
 $= \text{Rp } 2.095.081,33$

Harga Total = Rp 15.713.109,99 +
 $\quad \quad \quad \text{Rp } 2.095.081,33$
 $= \text{Rp } 17.808.191,32$

- Upah Pekerja
 - Mandor
 $= 1 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 120.000,-$
 - Tukang Pemasangan
 $= 7 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 756.000,-$
 - Pembantu Tukang Pemasangan
 $= 7 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 665.000,-$
 - Tukang Fabrikasi
 $= 4 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 432.000,-$
 - Pembantu Tukang Fabrikasi
 $= 4 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 380.000,-$

Harga Total = Rp 120.000,- + Rp 756.000,- +
 $\quad \quad \quad \text{Rp } 665.000,- + \text{Rp } 432.000,-$
 $\quad \quad \quad + \text{Rp } 380.000,-$
 $= \text{Rp } 2.353.000,-$

- Biaya Alat
 - *Bar Bender*
 $= 4 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 480.000,-$
 - *Bar Cutter*
 $= 4 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 480.000,-$

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 480.000,- + \text{Rp } 480.000,- \\ &= \text{Rp } 960.000,-\end{aligned}$$

- Total Biaya = Rp 17.808.191,32 +

$$\begin{aligned}&\text{Rp } 2.353.000,- + \text{Rp } 960.000,- \\ &= \text{Rp } 21.121.191,32\end{aligned}$$

6.3.4 Pekerjaan Half Slab Precast

Pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik, menggunakan konstruksi *half slab precast* untuk pekerjaan struktur pelat pantai. Dalam penggunaan *half slab precast* ini perlu dipertimbangkan atau dikontrol beberapa hal, antara lain :

- 1) Penumpukan *Half Slab Precast*
- 2) Kondisi Saat Pengangkatan
- 3) Kondisi Sebelum Komposit
- 4) Kondisi Sesudah Komposit

Berikut adalah perhitungan kontrol *half slab precast* yang dilakukan :

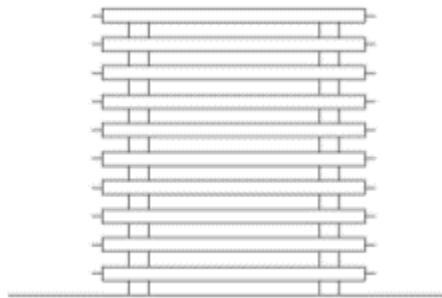
- 1) Penumpukan *Half Slab Precast*

Untuk contoh perhitungan kontrol yang dilakukan diambil salah satu tipe pelat, yaitu tipe A9. Berikut adalah data *half slab precast* tipe A9 :

$$\begin{aligned}Lx &= 2,600 \text{ m} \\ Ly &= 4,025 \text{ m} \\ \text{Tebal} &= 0,070 \text{ m} \\ F_c' &= 24,9 \text{ MPa} \\ F_y &= 240 \text{ MPa}\end{aligned}$$

Precast dikirim ke lokasi proyek saat beton berumur 4 hari. Tujuan dilakukannya kontrol penumpukan agar dalam proses penumpukan tidak asal menumpuk jumlah pelat yang ada sehingga akan

menimbulkan adanya keretakan pada *precast* akibat tidak mampu menahan beban *precast* lain diatasnya.



Gambar 6. 1 Sketsa Penumpukan *Half Slab Precast* di Lapangan

Berikut perhitungan kontrol penumpukan *half slab precast* :

Menghitung berat *half slab precast* sesuai dengan rencana

- Berat *Half Slab Precast*

$$\begin{aligned} &= \text{Tebal} \times \text{Panjang} \times \text{Lebar} \times \text{Berat Jenis Beton} \\ &= 0,070 \text{ m} \times 4,025 \text{ m} \times 2,600 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\ &= 1758,120 \text{ kg} \end{aligned}$$
- Direncanakan jumlah tumpukan *half slab precast*

$$\begin{aligned} &= 10 \text{ buah} \end{aligned}$$
- Berat Total Penumpukan

$$\begin{aligned} &= \text{Berat } Half Slab Precast \times \text{Jumlah Tumpukan} \\ &= 1758,120 \text{ kg} \times 10 \text{ buah} \\ &= 17581,200 \text{ kg} \end{aligned}$$
- Untuk penumpungnya direncanakan menggunakan balok kayu ukuran 6/12
 - Luas Balok = Lebar Balok x Lebar Pelat

$$\begin{aligned} &= 12 \text{ cm} \times 300 \text{ cm} \\ &= 3600 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

- Luas Total Balok
 $= \text{Luas Balok} \times \text{Jumlah Balok}$
 $= 3600 \text{ cm} \times 2 \text{ buah}$
 $= 7200 \text{ cm}^2$
 - Pada saat penumpukan, direncanakan umur beton 4 hari. Sehingga :
 $\text{fc}'' = 0,4625 \times \text{fc}' \dots \dots \dots \text{(PBBI 1971)}$
 $= 0,4625 \times 24,9 \text{ MPa}$
 $= 11,51625 \text{ MPa}$
 $= 115,1625 \text{ kg/cm}^2$
 - Menurut analisa elastik berdasarkan PBBI 1971, maka kuat tekan rencana penumpukan ditentukan dari tegangan ijin bahan.
 - Kontrol penumpukan *half slab precast*
Kontrol penumpukan *half slab precast*
 $= \frac{\text{Berat Total Penumpukan}}{\text{Luas Total Balok}}$
 $= \frac{17581,200 \text{ kg}}{7200 \text{ cm}^2}$
 $= 2,442 \text{ kg/cm}^2$
 - Kontrol penumpukan *half slab precast* harus lebih kecil dari tegangan ijin beton, maka :
Kontrol penumpukan *half slab precast* $< \text{fc}''$
 $2,442 \text{ kg/cm}^2 < 115,1625 \text{ kg/cm}^2$ [OK]
 - Sehingga balok kayu 6/12 yang direncanakan dapat menahan berat keseluruhan dari *half slab precast*.
 - Kuat Tekan pada *half slab precast*
 $\sigma_c = \text{Tegangan Tekan Beton}$
 $P = \text{Beban}$
 $A = \text{Luas Penampang}$
 $\sigma_{ijin} = 161,875 \text{ kg/cm}^2$

Dimisalkan pelat yang ditinjau adalah tipe pelat A9

$P = \text{Berat } Half Slab Precast \times \text{Jumlah Tumpukan}$

$$= 1758,120 \text{ kg} \times 10 \text{ buah}$$

$$= 17581,2 \text{ kg}$$

$A = ((Lx \times Ly) + (bx h))$

$$= ((260 \text{ cm} \times 402,5 \text{ cm}) + (260 \text{ cm} \times 7 \text{ cm}))$$

$$= 106470 \text{ cm}^2$$

Maka, $\sigma_c = \frac{P}{A}$

$$= \frac{17581,2 \text{ kg}}{106470 \text{ cm}^2}$$

$$= 0,165 \text{ kg/cm}^2$$

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

2) Kondisi Saat Pengangkatan

- Pembebanan pada *Half Slab Precast*.
 - a. Beban Mati (DL)
 - Berat Sendiri *Half Slab Precast* (DL)

$$= \text{Tebal} \times \text{Berat Jenis Beton}$$

$$= 0,070 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$$

$$= 168 \text{ kg/m}^2$$
 - Beban Kejut saat Pengangkatan

$$= DL \times \text{Faktor Kejut}$$

$$= 168 \text{ kg/m}^2 \times 0,5$$

$$= 84 \text{ kg/m}^2$$

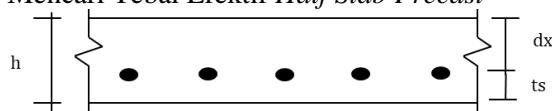
- Total DL

$$\begin{aligned}
 &= \text{Berat Sendiri } Half Slab Precast (\text{DL}) \\
 &\quad + \text{Beban Kejut saat Pengangkatan} \\
 &= 168 \text{ kg/m}^2 + 84 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 252 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$
 - b. Beban Ultimate $= 1,4 \times \text{DL}$

$$\begin{aligned}
 &= 1,4 \times 252 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 352,8 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$
 - c. Beban untuk 1 m Pias Lebar *Half Slab Precast* (qu)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Beban Ultimate} \times 1 \text{ m} \\
 &= 352,8 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} \\
 &= 352,8 \text{ kg/m}
 \end{aligned}$$
- Penulangan *Half Slab Precast* arah X.
- a. Momen yang terjadi pada arah X

$$\begin{aligned}
 M_x &= 0,0107 \times qu \times Lx^2 \times Ly \\
 &= 0,0107 \times 352,8 \text{ kg/m}^2 \times 6,760 \text{ m}^2 \times \\
 &\quad 4,025 \text{ m} \\
 &= 102,71289 \text{ Kg.m} \\
 &= 1027129 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$
 - b. Mencari Tebal Efektif *Half Slab Precast*



Gambar 6.2 Sketsa Penulangan Pelat Arah X pada Kondisi Saat Pengangkatan

$$\begin{aligned}
 \text{Tebal} &= 70 \text{ mm} \\
 \text{Selimut} &= 20 \text{ mm} \\
 D &= 10 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 dx &= \text{Tebal} - \text{Selimut} - 1/2D \\
 &= 70 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\
 &= 45 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

c. Pada perencanaan awal ϕ diasumsikan 0,9

$$\begin{aligned}
 R_n &= \left(\frac{\mu}{\phi \times b \times dx^2} \right) \\
 &= \left(\frac{1027129 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times 45^2} \right) \\
 &= 0,564 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d. M &= \left(\frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right) \\
 &= \left(\frac{240}{0,85 \times 24,9} \right) \\
 &= 11,339
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e. \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{11,339} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,339 \times 0,564}{240}} \right) \\
 &= 0,0023804
 \end{aligned}$$

f. $\rho_{\text{Min}} = 0,002$ (SNI 2847:2013 ps 7.12.2.1)

g. $\rho_{\text{Maks}} = \text{Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar } 0,004 \text{ untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.}$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \beta f_c'}{f_y} \left(\frac{600}{f_y + 600} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 24,9}{240} \left(\frac{600}{240 + 600} \right) \\
 &= 0,0535424
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{Maks}} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0535424 \\
 &= 0,0401568
 \end{aligned}$$

h. Syarat :

$$\rho_{\text{Min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{Max}} \\ 0,002 < 0,00238 < 0,040157 \quad [\text{OK}]$$

$$\text{Maka, } \rho_{\text{pakai}} = 0,00238$$

- Penulangan utama *Half Slab Precast* arah X

a. Mencari Luas Tulangan Pakai

$$\text{As} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times dx \\ = 0,00238 \times 1000 \text{ mm} \times 45 \text{ mm} \\ = 107,11737 \text{ mm}^2$$

b. Digunakan Tulangan D = 10 mm

$$\text{As Tulangan} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ = 0,25 \times \pi \times (10)^2 \\ = 78,540 \text{ mm}^2$$

c. Syarat :

$$s \leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)} \\ 200 \leq 210 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai s = 200 mm

$$\text{d. As Pakai} = \left(\frac{1000 \times \text{As Tulangan}}{s} \right) \\ = \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right) \\ = 392,699 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Kontrol Kapasitas Lentur

a. Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.3

- Tinggi Balok Tegangan Persegi Ekivalen

$$\begin{aligned} a &= \left(\frac{As \times F_y}{0.85 \times f_{c'} \times b} \right) \\ &= \left(\frac{392,699 \times 240}{0,85 \times 24,9 \times 1000} \right) \\ &= 4,453 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak Sekat Tekan Terjauh ke Sumbu Netral

$$\begin{aligned} c &= \left(\frac{a}{\beta_1} \right) \\ &= \left(\frac{4,453}{0,85} \right) \\ &= 5,239 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \sigma_t &= 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) \\ &= 0,003 \times \left(\frac{45}{5,239} - 1 \right) \\ &= 0,02276913 \end{aligned}$$

- Dipakai $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times F_y \times dx - 0,5a \\ &= 0,9 \times 392,699 \text{ mm}^2 \times 240 \\ &\quad \text{MPa} \times 45 \text{ mm} - 0,5(4,453 \\ &\quad \text{mm}) \\ &= 3817032.85 \text{ Nmm} \\ &= 3,81703285 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- Syarat :

$$\begin{aligned} \phi M_n &> M_u \\ 3,81703 \text{ kNm} &> 1,0271289 \text{ kNm} [\text{OK}] \end{aligned}$$

Jadi, Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 11.4.6.1
Vu pada jarak di tumpuan adalah sebesar :

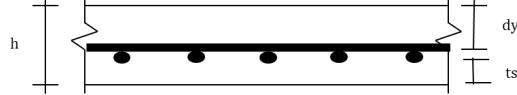
- $$\begin{aligned} Vu &= qu \times \left(\frac{Lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right) \\ &= 352,8 \text{ kg/m}^2 \times \left(\frac{2,600 \text{ m}}{2} - \frac{45 \text{ mm}}{1000 \text{ mm}} \right) \\ &= 4,42764 \text{ kN} \end{aligned}$$
- $$\begin{aligned} \phi V_c &= \phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times dx \\ &= 0,75 \times 0,17 \times 1 \times 4,990 \times 1000 \times 45 \\ &= 28630,06751 \text{ N} \\ &= 28,630 \text{ kN} \end{aligned}$$
- Syarat : $1/2\phi V_c > Vu$
 $14,315034 > 4,42764$ [OK]

Kekuatan Geser Mencukupi

- Penulangan *Half Slab Precast* arah Y
 - Momen yang Terjadi pada arah Y

$$\begin{aligned} My &= 0,0107 \times qu \times Lx \times Ly^2 \\ &= 0,0107 \times 352,8 \text{ kg/m}^2 \times 2,600 \text{ m} \times \\ &\quad 16,201 \text{ m}^2 \\ &= 159,00745 \text{ kgm} \\ &= 1590074 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

- b. Mencari Tebal Efektif *Half Slab Precast*



Gambar 6.3 Sketsa Penulangan Pelat Arah Y pada Kondisi Saat Pengangkatan

$$\text{Tebal} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut} = 20 \text{ mm}$$

$$D = 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} dy &= \text{Tebal} - \text{Selimut} - D - 1/2\phi \\ &= 70 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\ &= 35 \text{ mm} \end{aligned}$$

c. Pada perencanaan awal ϕ diasumsikan 0.9

$$\begin{aligned} R_n &= \left(\frac{\text{Mu}}{\phi \times b \times d y^2} \right) \\ &= \left(\frac{1590074 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times 35^2} \right) \\ &= 1,442 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d. \quad m &= \left(\frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right) \\ &= \left(\frac{240}{0,85 \times 24,9} \right) \\ &= 11,339 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e. \quad \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,339} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,339 \times 1,442}{240}} \right) \\ &= 0,00623 \end{aligned}$$

f. $\rho \text{ min} = 0.002$ (SNI 2847:2013 ps 7.12.2.1)

g. $\rho \text{ maks} = \text{Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar } 0.004 \text{ untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.}$

$$\begin{aligned} P_b &= \frac{0.85 \beta f_{c'} }{f_y} \left(\frac{600}{f_y + 600} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 24,9}{240} \left(\frac{600}{240+600} \right) \\ &= 0,0535424 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho \text{ maks} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0535424 \\ &= 0,0401568 \end{aligned}$$

h. Syarat :

$$\begin{aligned} \rho \text{ min} < \rho \text{ perlu} &< \rho \text{ max} \\ 0,002 < 0,00623 &< 0,040157 [\text{OK}] \end{aligned}$$

$$\text{Maka, } \rho \text{ pakai} \quad = 0,006$$

- Penulangan Utama *Half Slab Precast* arah Y
 - a. Mencari Luas Tulangan Pakai

$$\begin{aligned} As &= \rho \text{ perlu} \times b \times dy \\ &= 0,006 \times 1000 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} \\ &= 218,02781 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$
 - b. Digunakan Tulangan D = 10

$$\begin{aligned} As \text{ Tulangan} &= 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times \pi \times (10)^2 \\ &= 78,540 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$
 - c. Syarat :

$$\begin{aligned} s &\leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)} \\ 200 &\leq 210 \text{ atau } 450 \text{ mm} \end{aligned}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 200$ mm
 - d. As Pakai $= \left(\frac{1000 \times As \text{ Tulangan}}{s} \right)$

$$\begin{aligned} &= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right) \\ &= 392,699 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Kontrol Kapasitas Lentur
 - a. Kontrol Faktor Reduksi
Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.3
 - Tinggi Balok Tegangan Persegi Ekvivalent

$$\begin{aligned} a &= \left(\frac{As \times F_y}{0,85 \times f_{c'} \times b} \right) \\ &= \left(\frac{392,699 \times 240}{0,85 \times 24,9 \times 1000} \right) \\ &= 4,453 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak Serat Tekan Terjauh ke Sumbu Netral

$$\begin{aligned} c &= \left(\frac{a}{\beta_1} \right) \\ &= \left(\frac{4,453}{0,85} \right) \\ &= 5,239 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{dy}{c} - 1 \right) \\ &= 0,003 \times \left(\frac{35}{5,239} - 1 \right) \\ &= 0,01704266 \end{aligned}$$

- Dipakai $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times F_y \times dy - 0,5a \\ &= 0,9 \times 392,699 \text{ mm}^2 \times 240 \\ &\quad \text{Mpa} \times 35 \text{ mm} - 0,5(4,453 \\ &\quad \text{mm}) \\ &= 2968802,83 \text{ Nmm} \\ &= 2,96880283 \text{ kNm} \end{aligned}$$

- Syarat :

$$\begin{aligned} \phi M_n &> M_u \\ 2,96880283 &> 1,5900745 \text{ [OK]} \end{aligned}$$

Jadi, Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 11.4.6.1

V_u pada jarak di tumpuan adalah sebesar :

- $V_u = q_u \times \left(\frac{Ly}{2} - \frac{dy}{1000} \right)$
- $$\begin{aligned} &= 352,8 \text{ kg/m}^2 \times \left(\frac{4,025 \text{ m}}{2} - \frac{35 \text{ mm}}{1000 \text{ mm}} \right) \\ &= 6,97662 \text{ kN} \end{aligned}$$
- $\phi V_c = \phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b \times dy$
- $$\begin{aligned} &= 0,75 \times 0,17 \times 1 \times 4,99 \times 1000 \times 35 \\ &= 22267,8303 \text{ N} \\ &= 22,268 \text{ kN} \end{aligned}$$

- Syarat : $1/2\phi V_c > V_u$
 $11,13391514 > 6,97662$ [OK]

Kekuatan Geser Mencukupi

- Kontrol Retak

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.5.2.3

Momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari :

- $F_c'' = 0,46 \times F_c'$
 $= 0,46 \times 24,9 \text{ MPa}$
 $= 11,454 \text{ MPa}$
- $f_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f_c''}$
 $= 0,62 \times 1 \times 3,384 \text{ MPa}$
 $= 2,098 \text{ MPa}$
- $I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$
 $= \frac{1}{12} \times 1000 \times 120^3$
 $= 28583333,33 \text{ mm}^4$
- $M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c}$
 $= \frac{2,098 \times 28583333,33}{5,239}$
 $= 11448516,8 \text{ Nmm}$

Momen layan yang bekerja :

$$\begin{aligned} M_x &= M_y = 0,0107 \times qDL \times Lx^2 \times Ly \\ &= 0,0107 \times 252 \times 6,760 \times 4,025 \\ &= 0,733663 \text{ kNm} \\ &= 733663,5 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= 11448517 \text{ Nmm} \geq M_x = 733663 \text{ Nmm} \\ &\quad [\text{OK}] \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{cr} &= 11448517 \text{ Nmm} \geq M_y = 733663 \text{ Nmm} \\ &\quad [\text{OK}] \end{aligned}$$

- Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan

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

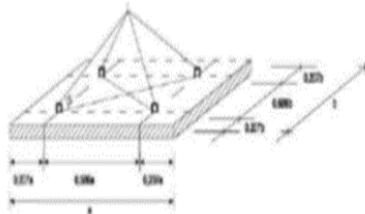
Diasumsikan *half slab precast* diangkat setelah berumur 3 hari. Tegangan ditahan oleh b yang merupakan nilai terkecil dari $a/2$, $b/2$, atau $15t$

$$Lx/2 = 1300 \text{ mm}$$

$$Ly/2 = 2013 \text{ mm}$$

$$15t = 1050 \text{ mm}$$

$$\text{dipakai } b = 1050 \text{ mm} = 1,05 \text{ m}$$



Gambar 6.4 Skema Pengangkatan *Half Slab Precast*

$$\begin{aligned} S &= \frac{1}{6} \times b \times h^2 \\ &= \frac{1}{6} \times 1050 \times 70^2 \\ &= 857500 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P &= \frac{Lx \times Ly \times tp \times \gamma_{\text{beton}}}{4} \\ &= \frac{2,600 \times 4,025 \times 0,07 \times 2400}{4} \\ &= 439,530 \text{ kg} \\ &= 4395,300 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\theta_1 = 60^\circ$$

$$\begin{aligned}
 P_1 &= P \sin \theta_1 \\
 &= 4395,300 \sin 60 \\
 &= 3806,4415 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \sigma_{\max} &= \frac{M_c}{I} + \frac{P}{b \times t} < f_r \\
 &= \frac{733663,5 \times 5,239}{28583333} + \frac{3806,441}{1050 \times 70} < 2.098 \\
 &= 0,186 \text{ MPa} < 2,098 \text{ MPa [OK]}
 \end{aligned}$$

- Dimensi Angkur Pengangkatan
Setiap angkur (hook) menerima beban sebesar P , yaitu 439,530 kg.

Maka, dibutuhkan diameter angkur sebesar :

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt{\frac{4P}{\pi f_y}} \\
 &= \sqrt{\frac{4 \times 439,530}{\pi 2400}} \\
 &= 0,483 \text{ cm} \\
 &= 1,000 \text{ cm} \\
 &= 10 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Digunakan 4 buah angkur dengan diameter 10 mm

- Kapasitas Crane
Berat Total *Half Slab Precast*

$$\begin{aligned}
 &= qDL \times L_x \times L_y \\
 &= 252 \text{ kg/m}^2 \times 2,600 \text{ m} \times 4,025 \text{ m} \\
 &= 2637,18 \text{ kg} \\
 &= 2.63718 \text{ T}
 \end{aligned}$$

- Kontrol Lendutan

- a. Momen akibat beban mati :

$$\begin{aligned} \text{MDL} &= 1/8 \times qDL \times (Ly/2)^2 \\ &= 0,125 \times 252 \text{ kg/m}^2 \times 4,050 \text{ m}^2 \\ &= 1,2757992 \text{ kNm} \\ &= 1275799,2 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

- b. Momen terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :
 $\text{Ma} = \text{MDL} = 1275799,2 \text{ Nmm}$

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

$$\begin{aligned} Ig &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 1000 \times 70^3 \\ &= 28583333 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- d. Momen Batas Retak :

$$\begin{aligned} \text{Mcr} &= \frac{fr \times Ig}{0,5 \times \text{Tebal}} \\ &= \frac{2,098 \times 28583333}{0,5 \times 70} \\ &= 1713622,3 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

- e. Momen inersia retak penampang dengan tulangan baja yang di transformasikan ke panampang beton.

Dicari nilai X terlebih dahulu :

$$\begin{aligned} \frac{bx^2}{2} - n \times As(d-x) &= 0 \\ \frac{1000x^2}{2} - 6 \times 78,540(d-x) &= 0 \\ 500x^2 + 471,239x - 16493,4 &= 0 \\ x^2 - 0,9424778x - 32,9867 &= 0 \end{aligned}$$

$$X_1 = 5,291 \text{ mm}$$

$$X_2 = -6,234 \text{ mm}$$

Maka, dipakai $x = 5,291 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} Lcr &= \frac{bx^3}{3} + n \times As(dy - x)^2 \\ &= \frac{1000 \times (5,291)^3}{3} + 6 \times 78,540(35 - 5,291)^2 \\ &= 465300,37 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- f. Momen Inersia Efektif

$$\begin{aligned} Ie &= \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \times Ig + [1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3] \times I_{cr} \leq Ig \\ &= \left(\frac{1713622,31}{1275799}\right)^3 \times 28583333,3 + \\ &\quad \left[1 - \left(\frac{1713622,31}{1275799}\right)^3\right] \times 465300,367 \\ &\leq 28583333,3 \\ &= 68602341 \leq 28583333 [\text{NOT OK}] \end{aligned}$$

Maka, dipilih $Ie = 68602341 \text{ mm}^4$

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \times \sqrt{f_c}'' \\ &= 4700 \times 3,384 \\ &= 15906,567 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\Delta i)DL &= \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E_c \times I_e} \\ &= \frac{5 \times 2,52 \times 4025^4}{384 \times 15906,567 \times 28583333,3} \\ &= 7,892 \text{ mm} \end{aligned}$$

- g. Berdasarkan SNI 2847:2012 batasan lendutan untuk plat adalah $L/240$
 $L/240 = 16,771 \text{ mm}$

- h. Syarat :

$$\begin{aligned} (\Delta i)DL &\leq L/240 \\ 7,892 &\leq 16,771 [\text{OK}] \end{aligned}$$

- 3) Kondisi Sebelum Komposit

- Pembebanan pada *Half Slab Precast*

- a. Beban Mati (DL)
 - Berat Sendiri *Half Slab Precast* (DL)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Tebal} \times \text{Berat Jenis Beton} \\
 &= 0,07 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 168 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$
 - Beban *Topping*

$$\begin{aligned}
 &= \text{Tebal} \times \text{Overtopping} \times \text{Berat Jenis Beton} \\
 &= 0,05 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3 \\
 &= 120 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$
 - Total DL

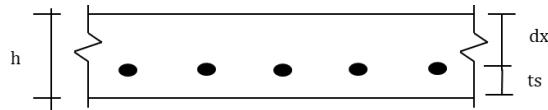
$$\begin{aligned}
 &= \text{Berat Sendiri} \times \text{Half Slab Precast (DL)} \\
 &\quad + \text{Beban} \times \text{Topping} \\
 &= 168 \text{ kg/m}^2 + 120 \text{ kg/m}^2 \\
 &= 288 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$
 - b. Beban Hidup (LL)
 - Berat Pekerja = 100 kg/m²
 - c. Beban *Ultimate*

$$\begin{aligned}
 &= 1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL} \\
 &= 1,2 (288 \text{ kg/m}^2) + 1,6 (100 \text{ kg/m}^2) \\
 &= 505,6 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$
 - d. Beban untuk 1m Pias Lebar *Half Slab Precast* (qu)

$$\begin{aligned}
 &= \text{Beban} \times 1 \text{ m} \\
 &= 505,6 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} \\
 &= 505,6 \text{ kg/m}^2
 \end{aligned}$$
- Penulangan *Half Slab Precast* Sebelum Komposit
- a. Momen yang Terjadi pada arah X

$$\begin{aligned}
 M_x &= 0,0054 \times qu \times Lx^2 \times Ly \\
 &= 0,0054 \times 505,6 \text{ kg/m}^2 \times 6,76 \text{ m}^2 \times \\
 &\quad 4,025 \text{ m} \\
 &= 74,2871 \text{ kgm} \\
 &= 742871,0016 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

- b. Mencari Tebal Efektif *Half Slab Precast*



Gambar 6.5 Sketsa Penulangan Pelat Arah X pada Kondisi Sebelum Komposit

$$\text{Tebal} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut} = 20 \text{ mm}$$

$$D = 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} dx &= \text{Tebal} - \text{Selimut} - 1/2D \\ &= 70 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\ &= 45 \text{ mm} \end{aligned}$$

- c. Pada perencanaan awal ϕ diasumsikan 0.9

$$\begin{aligned} R_n &= \left(\frac{M_u}{\phi \times b \times dx^2} \right) \\ &= \left(\frac{742871 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times 45^2} \right) \\ &= 0,408 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} d. m &= \left(\frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right) \\ &= \left(\frac{240}{0,85 \times 24,9} \right) \\ &= 11,339 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} e. \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{11,339} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,339 \times 0,408}{240}} \right) \\ &= 0,0017151 \end{aligned}$$

$$f. \rho_{\text{min}} = 0.002 \text{ (SNI 2847:2013 ps 7.12.2.1)}$$

$$g. \rho_{\text{max}} = \text{Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah}$$

sebesar 0.004 untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.

$$\begin{aligned}\rho_b &= \frac{0,85 \beta f_{c'}}{f_y} \left(\frac{600}{f_y + 600} \right) \\ &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 24,9}{240} \left(\frac{600}{240 + 600} \right) \\ &= 0,0535424\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\ &= 0,75 \times 0,0535424 \\ &= 0,0401568\end{aligned}$$

h. Syarat :

$$\begin{aligned}\rho_{\min} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\max} \\ 0,002 < 0,00172 < 0,040157 \quad [\text{NOT OK}]\end{aligned}$$

Karena tidak memenuhi persamaan maka ρ diperbesar 30% = 0.00223

Maka, ρ pakai = 0.00223

- Penulangan Utama *Half Slab Precast* arah X

a. Mencari Luas Tulangan Pakai

$$\begin{aligned}A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times dx \\ &= 0,00223 \times 1000 \text{ mm} \times 45 \text{ mm} \\ &= 100,33078 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

b. Digunakan Tulangan D = 10

$$\begin{aligned}A_s \text{ Tulangan} &= 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times \pi \times (10)^2 \\ &= 78,540 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

c. Syarat :

$$\begin{aligned}s &\leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)} \\ 200 &\leq 210 \text{ atau } 450 \text{ mm}\end{aligned}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai s = 200 mm

$$\begin{aligned}
 d. \quad As \text{ Pakai} &= \left(\frac{1000 \times As \text{ Tulangan}}{s} \right) \\
 &= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right) \\
 &= 392,699 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Kontrol Kapasitas Lentur
 - a. Kontrol Faktor Reduksi

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.3

 - Tinggi Balok Tegangan Persegi Ekivalen

$$\begin{aligned}
 a &= \left(\frac{As \times F_y}{0,85 \times f_{c'} \times b} \right) \\
 &= \left(\frac{392,699 \times 240}{0,85 \times 24,9 \times 1000} \right) \\
 &= 4,453 \text{ mm}
 \end{aligned}$$
 - Jarak Serat Tekan Terjauh ke Sumbu Netral

$$\begin{aligned}
 c &= \left(\frac{a}{\beta_1} \right) \\
 &= \left(\frac{4,453}{0,85} \right) \\
 &= 5,239 \text{ mm}
 \end{aligned}$$
 - Regangan Tarik

$$\begin{aligned}
 \epsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) \\
 &= 0,003 \times \left(\frac{45}{5,239} - 1 \right) \\
 &= 0,022769135
 \end{aligned}$$
 - Dipakai $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned}
 \phi M_n &= \phi \times As \times F_y \times dx - 0,5a \\
 &= 0,9 \times 392,699 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ MPa} \\
 &\quad \times 45 \text{ mm} - 0,5(4,453 \text{ mm}) \\
 &= 3817032,85 \text{ Nmm} \\
 &= 3,81703285 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

- Syarat :
 $\phi M_n > M_u$
 $3,81703 > 0,742871$ [OK]

Jadi, Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Tulangan Susut
 - a. $F_y = 240 \text{ MPa} \rightarrow \rho_{min} = 0.002$
 $A_{sh} = \rho_{min} \times b \times h$
 $= 0.002 \times 1000 \text{ mm} \times 70 \text{ mm}$
 $= 140 \text{ mm}^2$
 - b. Digunakan Tulangan $D = 10$
 $A_s \text{ Tulangan} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$
 $= 0.25 \times \pi \times (10)^2$
 $= 78.540 \text{ mm}^2$
 - c. Syarat :
 $s \leq 5h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)
 $200 \leq s \leq 350$ atau 450 mm
Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 200 \text{ mm}$
 - d. $A_s \text{ Pakai} = \left(\frac{1000 \times A_s \text{ Tulangan}}{s} \right)$
 $= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right)$
 $= 392,699 \text{ mm}^2$

Dipakai Tulangan Susut D10-200

- Momen Tumpuan yang Berada di Atas Perancah
 - a. Momen Tumpuan $= \frac{1}{8} \times q_u \times (Lx/2)^2$
 $= 0,125 \times 505,6 \text{ kg/m}^2$
 $1,690 \text{ m}^2$
 $= 1,06808 \text{ kNm}$

b. Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \text{et} &= 0,003 \times \left(\frac{\text{dx}}{\text{c}} - 1 \right) \\ &= 0,003 \times \left(\frac{45}{5,239} - 1 \right) \\ &= 0,0227691 \end{aligned}$$

Dipakai $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times A_s \times F_y \times dx - 0,5a \\ &= 0,9 \times 392,699 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ MPa} \times 45 \\ &\quad \text{mm} - 0,5(4,453 \text{ mm}) \\ &= 3817032,8 \text{ Nmm} \\ &= 3,817032848 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Syarat :

$$\phi M_n > M_u$$

$$3,81703 > 1,06808 \text{ [OK]}$$

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 11.4.6.1

V_u pada jarak di tumpuan adalah sebesar :

- $V_u = q_u \times \left(\frac{Lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right)$
 $= 505,6 \times \left(\frac{2,6}{2} - \frac{45}{1000} \right)$
 $= 6,34528 \text{ kN}$
- $\phi V_c = \phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times b \times dx$
 $= 0,75 \times 0,17 \times 1 \times 4,990 \times 1000 \times 45$
 $= 28630,0675 \text{ N}$
 $= 28,630 \text{ kN}$
- Syarat : $1/2\phi V_c > V_u$
 $14,315034 > 6,34528 \text{ [OK]}$

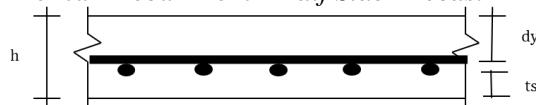
Kekuatan Geser Mencukupi

- Penulangan Half Slab Precast arah Y

- Momen yang Terjadi pada arah Y

$$\begin{aligned}
 M_y &= 0,0027 \times q_u \times L_x \times L_y^2 \\
 &= 0,0027 \times 505,6 \text{ kg/m}^2 \times 2,600 \text{ m} \times \\
 &\quad 16,201 \text{ m}^2 \\
 &= 57,501073 \text{ kNm} \\
 &= 575011 \text{ Nmm}
 \end{aligned}$$

- Mencari Tebal Efektif *Half Slab Precast*



Gambar 6. 6 Sketsa Penulangan Pelat Arah Y pada Kondisi Sebelum Komposit

$$\text{Tebal} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut} = 20 \text{ mm}$$

$$D = 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 dy &= \text{Tebal} - \text{Selimut} - D - 1/2\phi \\
 &= 70 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\
 &= 35 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- Pada perencanaan awal ϕ diasumsikan 0,9

$$\begin{aligned}
 R_n &= \left(\frac{\mu}{\phi \times b \times dy^2} \right) \\
 &= \left(\frac{575010,7 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times 35^2} \right) \\
 &= 0,522 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{d. } m &= \left(\frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right) \\
 &= \left(\frac{240}{0,85 \times 24,9} \right) \\
 &= 11,339
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e. \quad \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{11,339} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,339 \times 0,522}{240}} \right) \\
 &= 0,00220
 \end{aligned}$$

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

g. $\rho_{\text{maks}} = \text{Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar } 0,004 \text{ untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.}$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \beta f_{c'}'}{f_y} \left(\frac{600}{f_y + 600} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 24,9}{240} \left(\frac{600}{240 + 600} \right) \\
 &= 0,0535424
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{maks}} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0535424 \\
 &= 0,0401568
 \end{aligned}$$

h. Syarat :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}} \\
 0,002 < 0,00220 < 0,040157 [\text{OK}]
 \end{aligned}$$

Maka, $\rho_{\text{pakai}} = 0,00220$

- Penulangan Utama Half Slab Precast arah Y

a. Mencari Luas Tulangan Pakai

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times dy \\
 &= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 35 \text{ mm} \\
 &= 77,02058723 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

b. Digunakan Tulangan D = 10

$$\begin{aligned}
 A_s \text{ Tulangan} &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 &= 0,25 \times \pi \times (10)^2 \\
 &= 78,540 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

c. Syarat :

$$\begin{aligned}s &\leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)} \\200 &\leq 210 \text{ atau } 450 \text{ mm}\end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}\text{d. As Pakai} &= \left(\frac{1000 \times \text{As Tulangan}}{s} \right) \\&= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right) \\&= 392,699 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Kontrol Kapasitas Lentur
 - a. Kontrol Faktor Reduksi Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.3
 - Tinggi Balok Tegangan Persegi Ekivalen

$$\begin{aligned}a &= \left(\frac{\text{As} \times F_y}{0,85 \times f_{c'} \times b} \right) \\&= \left(\frac{392,699 \times 240}{0,85 \times 24,9 \times 1000} \right) \\&= 4,453 \text{ mm}\end{aligned}$$
 - Jarak Serat Tekan Terjauh ke Sumbu Netral

$$\begin{aligned}c &= \left(\frac{a}{\beta_1} \right) \\&= \left(\frac{4,453}{0,85} \right) \\&= 5,239 \text{ mm}\end{aligned}$$
 - Regangan Tarik

$$\begin{aligned}\varepsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{dy}{c} - 1 \right) \\&= 0,003 \times \left(\frac{35}{5,239} - 1 \right) \\&= 0,01704266\end{aligned}$$

- Dipakai $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \times A_s \times F_y \times d - 0,5a \\ &= 0,9 \times 392,699 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ MPa} \times \\ &\quad 35 \text{ mm} - 0,5(4,453 \text{ mm}) \\ &= 2968802,83 \text{ Nmm} \\ &= 2,96880283 \text{ kNm}\end{aligned}$$
- Syarat :

$$\begin{aligned}\phi M_n &> M_u \\ 2,9688 &> 0,57501073 [\text{OK}]\end{aligned}$$

Jadi, Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Tulangan Susut
 - Fy = 240 MPa $\rightarrow \rho_{min} = 0,002$

$$\begin{aligned}A_{sh} &= \rho_{min} \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 70 \text{ mm} \\ &= 140 \text{ mm}^2\end{aligned}$$
 - Digunakan Tulangan D = 10

$$\begin{aligned}A_{Tulangan} &= 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times \pi \times (10)^2 \\ &= 78,540 \text{ mm}^2\end{aligned}$$
 - Syarat :
 $s \leq 5h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)
 $200 \leq s \leq 350$ atau 450 mm

 Dipilih yang terkecil, jadi dipakai $s = 200$ mm
 - As Pakai $= \left(\frac{1000 \times A_{Tulangan}}{s} \right)$

$$\begin{aligned}&= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right) \\ &= 392,699 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Dipakai Tulangan Susut D10-200

- Momen Tumpuan yang Berada di Atas Perancah

- a. Momen Tumpuan = $\frac{1}{8} \times q_u \times (Ly/2)^2$
 $= 0,125 \times 505,6 \text{ kg/m}^2 \times 4,05016 \text{ m}^2$
 $= 2,55969875 \text{ kNm}$

- b. Regangan Tarik

$$\begin{aligned}\epsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{dy}{c} - 1 \right) \\ &= 0,003 \times \left(\frac{35}{5,239} - 1 \right) \\ &= 0,0170427\end{aligned}$$

Dipakai $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \times A_s \times F_y \times dy - 0,5a \\ &= 0,9 \times 392,699 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ MPa} \times 70 \text{ mm} - 0,5(4,453 \text{ mm}) \\ &= 5937607,9 \text{ Nmm} \\ &= 5,9376079 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Syarat :

$$\begin{aligned}\phi M_n &> M_u \\ 5,93761 &> 2,5596988 \text{ [OK]}\end{aligned}$$

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 11.4.6.1

V_u pada jarak di tumpuan adalah sebesar :

- $V_u = q_u \times \left(\frac{Ly}{2} - \frac{dy}{1000} \right)$
 $= 505,6 \times \left(\frac{4,025}{2} - \frac{35}{1000} \right)$
 $= 9,99824 \text{ kN}$
- $\phi V_c = \phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f'_c} \times b \times dy$
 $= 0,75 \times 0,17 \times 1 \times 4,990 \times 1000 \times 35$
 $= 22267,8303 \text{ N}$
 $= 22,268 \text{ kN}$
- Syarat : $1/2\phi V_c > V_u$
 $11.133915 > 9,99824 \text{ [OK]}$

Kekuatan Geser Mencukupi

- Kontrol Retak

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.5.2.3

- a. Momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 3 hari :

- $Fc'' = 0,46 \times Fc'$
 $= 0,46 \times 24,9 \text{ MPa}$
 $= 11,454 \text{ MPa}$
- $fr = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{fc''}$
 $= 0,62 \times 1 \times 3,384 \text{ MPa}$
 $= 2,098 \text{ MPa}$

- b. Direncanakan pengecoran *overtopping* setelah berumur 3 hari :

- $I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$
 $= \frac{1}{12} \times 1000 \times 70^3$
 $= 28583333,3 \text{ mm}^4$

- c. Momen layan yang bekerja :

- $M = 1/10 \times qDL \times (Lx/2)^2$
 $= 0,1 \times 388 \text{ kg/m}^2 \times 1,690 \text{ m}^2$
 $= 0,65572 \text{ kNm}$
 $= 655720 \text{ Nmm}$
- $\sigma = \frac{M \times c}{I} < fr$
 $= \frac{854464 \times 5,239}{28583333,33} < 2,098$
 $= 0,120 \text{ MPa} < 2,098 \text{ MPa [OK]}$
- $Mcr = \frac{fr \times I}{c}$
 $= \frac{2,098 \times 28583333,33}{5,239}$
 $= 11448516,8 \text{ Nmm}$

$$Mcr \geq Mx$$

$$11448516,75 \text{ Nmm} \geq 655720 \text{ Nmm [OK]}$$

- Kontrol Lendutan

- a. Momen akibat beban mati :

$$\begin{aligned} \text{MDL} &= 1/10 \times qDL \times (Lx/2)^2 \\ &= 0,1 \times 388 \text{ kg/m}^2 \times 1,690 \text{ m}^2 \\ &= 0,65572 \text{ kNm} \\ &= 655720 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

- b. Momen terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :
 $\text{Ma} = \text{MDL} = 655720 \text{ Nmm}$

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

$$\begin{aligned} I_g &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 1000 \times 70^3 \\ &= 28583333 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

- d. Momen batas retak :

$$\begin{aligned} M_{cr} &= \frac{fr \times I_g}{0,5 \times \text{Tebal}} \\ &= \frac{2,098 \times 28583333}{0,5 \times 70} \\ &= 1713622,3 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

- e. Momen inersia retak penampang dengan tulangan baja yang di transformasikan ke panampang beton.

Dicari nilai X terlebih dahulu :

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

$$\frac{1000x^2}{2} - 6 \times 78,54(d - x) = 0$$

$$500x^2 + 471,239x - 21205,8 = 0$$

$$x^2 + 0,9424778x - 42,4115 = 0$$

$$X_1 = 6,058 \text{ mm}$$

$$X_2 = -7,001 \text{ mm}$$

Maka, dipakai $x = 6,058 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \frac{bx^3}{3} + n \times A_s(dx - x)^2 \\ &= \frac{1000 \times (6.058)^3}{3} + 6 \times 78,540(45 - 6.058)^2 \\ &= 788732,31 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

f. Momen Inersia Efektif

$$\begin{aligned} I_e &= \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3 \times I_g + [1 - \left(\frac{M_{cr}}{M_a}\right)^3] \times I_{cr} \leq I_g \\ &= \left(\frac{1713622,31}{854464}\right)^3 \times 28583333,3 + \\ &\quad \left[1 - \left(\frac{1713622,31}{854464}\right)^3\right] \times 788732,313 \\ &\leq 28583333,3 \\ &= 496867317 \leq 28583333 [\text{NOT OK}] \end{aligned}$$

Maka, dipilih $I_e = 496867317 \text{ mm}^4$

$$\begin{aligned} E_c &= 4700 \times \sqrt{f_c}'' \\ &= 4700 \times 3.384 \text{ MPa} \\ &= 15906,567 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (\Delta i)DL &= \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E_c \times I_e} \\ &= \frac{5 \times (2,88+1) \times 2600^4}{384 \times 15906,567 \times 28583333,3} \\ &= 0,292 \text{ mm} \end{aligned}$$

g. Berdasarkan SNI 2847:2012 batasan lendutan untuk plat adalah $L/240$
 $L/240 = 10,833 \text{ mm}$

h. Syarat :

$$\begin{aligned} (\Delta i)DL &\leq L/240 \\ 0,292 &\leq 10,833 [\text{OK}] \end{aligned}$$

4) Kondisi Sesudah Komposit

- Pembebanan pada *Half Slab Precast*
- a. Beban Mati (DL)

- Berat Sendiri Pelat Penuh
 $= \text{Tebal} \times \text{Berat Jenis Beton}$
 $= 0,12 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$
 $= 288 \text{ kg/m}^2$
- Beban Spesi
 $= \text{Tebal Spesi} \times \text{Berat Jenis Beton}$
 $= 0,02 \text{ m} \times 2400 \text{ kg/m}^3$
 $= 48 \text{ kg/m}^2$
- Beban Ubin
 $= \text{Tebal Ubin} \times \text{Berat Jenis Beton}$
 $= 0,02 \times 2400 \text{ kg/m}^3$
 $= 48 \text{ kg/m}^2$
- Plafond + Penggantung = 18 kg/m^2
- Ducting AC & Pipa = 16 kg/m^2
- Total DL
 $= \text{Berat Sendiri Pelat Penuh} + \text{Beban Spesi} + \text{Beban Ubin} + (\text{Plafond} + \text{Penggantung}) + \text{Ducting AC & Pipa}$
 $= 288 \text{ kg/m}^2 + 48 \text{ kg/m}^2 + 48 \text{ kg/m}^2 + 18 \text{ kg/m}^2 + 16 \text{ kg/m}^2$
 $= 418 \text{ kg/m}^2$

b. Beban Hidup (LL)

- Berdasarkan SNI 1727:2013 hal 25
 $\text{Berat Fungsi Bangunan} = 250 \text{ kg/m}^2$

c. Beban *Ultimate* = $1,2 \text{ DL} + 1,6 \text{ LL}$
 $= (1,2 \times 418) + (1,6 \times 250)$
 $= 901,6 \text{ kg/m}^2$

d. Beban untuk 1m Pias Lebar *Half Slab Precast* (qu)

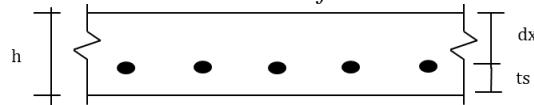
$$\begin{aligned} qu &= \text{Beban } \textit{Ultimate} \times 1 \text{ m} \\ &= 901,6 \text{ kg/m}^2 \times 1 \text{ m} \\ &= 901,6 \text{ kg/m}^2 \end{aligned}$$

- Penulangan Half Slab Precast Sesudah Komposit
 $I_y/I_x = 1,5$

- a. Momen yang terjadi pada arah X

$$\begin{aligned}M_x &= 0,001 \times q_u \times L_x^2 \times C_x \\&= 0,001 \times 901,6 \text{ kg/m}^2 \times 6,760 \text{ m}^2 \times 56 \\&= 341,3097 \text{ kgm} \\&= 3413097 \text{ Nmm}\end{aligned}$$

- b. Mencari Tebal Efektif *Half Slab Precast*



Gambar 6.7 Sketsa Penulangan Pelat Arah X pada Kondisi Sesudah Komposit

$$\text{Tebal} = 70 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut} = 20 \text{ mm}$$

$$D = 10 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}dx &= \text{Tebal} - \text{Selimut} - 1/2D \\&= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\&= 95 \text{ mm}\end{aligned}$$

- c. Pada perencanaan awal ϕ diasumsikan 0.9

$$\begin{aligned}R_n &= \left(\frac{\mu}{\phi \times b \times dx^2} \right) \\&= \left(\frac{2235624 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times 95^2} \right) \\&= 0,420 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}d. \quad m &= \left(\frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right) \\&= \left(\frac{240}{0,85 \times 24,9} \right) \\&= 11,339\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e. \quad \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{11,339} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,339 \times 0,420}{240}} \right) \\
 &= 0,0017686
 \end{aligned}$$

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

g. $\rho_{\text{maks}} = \text{Nilai rasio tulangan maksimum dihitung berdasarkan syarat bahwa regangan tarik netto minimum yang boleh terjadi adalah sebesar } 0,004 \text{ untuk memastikan terjadinya keruntuhan struktur yang bersifat daktail.}$

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \beta f c' }{f_y} \left(\frac{600}{f_y + 600} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 24,9}{240} \left(\frac{600}{240 + 600} \right) \\
 &= 0,0535424
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{maks}} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0535424 \\
 &= 0,0401568
 \end{aligned}$$

h. Syarat :

$$\begin{aligned}
 \rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{max}} \\
 0,002 < 0,00177 < 0,040157 [\text{OK}]
 \end{aligned}$$

Karena tidak memenuhi persamaan maka ρ diperbesar 30% = 0,00230

Maka, ρ pakai = 0,00230

- Penulangan Utama Half Slab Precast arah X

a. Mencari Luas Tulangan Pakai

$$\begin{aligned}
 A_s &= \rho_{\text{perlu}} \times b \times dx \\
 &= 0,00230 \times 1000 \text{ mm} \times 95 \text{ mm} \\
 &= 218,41951 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

b. Digunakan Tulangan $D = 10$

$$\begin{aligned} \text{As Tulangan} &= 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times \pi \times (10)^2 \\ &= 78,540 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Syarat :

$$\begin{aligned} s &\leq 3h \text{ atau } 450 \text{ mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)} \\ 200 &\leq 360 \text{ atau } 450 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} d. \text{ As Pakai} &= \left(\frac{1000 \times \text{As Tulangan}}{s} \right) \\ &= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right) \\ &= 392,699 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Kontrol Kapasitas Penampang Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.3

- Tinggi Balok Tegangan Persegi Ekivalen

$$\begin{aligned} a &= \left(\frac{\text{As} \times F_y}{0,85 \times f_{c'} \times b} \right) \\ &= \left(\frac{392,699 \times 240}{0,85 \times 24,9 \times 1000} \right) \\ &= 4,453 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Jarak Serat Tekan Terjauh ke Sumbu Netral

$$\begin{aligned} c &= \left(\frac{a}{\beta_1} \right) \\ &= \left(\frac{4,453}{0,85} \right) \\ &= 5,239 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{dx}{c} - 1 \right) \\ &= 0,003 \times \left(\frac{95}{5,239} - 1 \right) \\ &= 0,05140151 \end{aligned}$$

- Dipakai $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi \times A_s \times F_y \times d - 0,5a \\ &= 0,9 \times 392,699 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ MPa} \times \\ &\quad 95 \text{ mm} - 0,5(4,453 \text{ mm}) \\ &= 8058182,93 \text{ Nmm} \\ &= 8,05818293 \text{ kNm}\end{aligned}$$
- Syarat :

$$\begin{aligned}\phi M_n &> M_u \\ 8,05818 &> 3,41309696 \text{ [OK]}\end{aligned}$$

Jadi, Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Tulangan Susut
 - Fy = 240 MPa → $\rho_{min} = 0,002$

$$\begin{aligned}A_{sh} &= \rho_{min} \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \\ &= 240 \text{ mm}^2\end{aligned}$$
 - Digunakan Tulangan D = 10

$$\begin{aligned}A_{Tulangan} &= 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times \pi \times (10)^2 \\ &= 78,540 \text{ mm}^2\end{aligned}$$
 - Syarat :
 $s \leq 5h$ atau 450 mm (SNI 2847:2013 Ps. 10.5.4)
 $200 \leq 600$ atau 450 mm

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai s = 200 mm

- As Pakai =
$$\begin{aligned}&\left(\frac{1000 \times A_{Tulangan}}{s}\right) \\ &= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200}\right) \\ &= 392,699 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

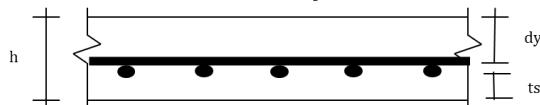
Dipakai Tulangan Susut D10-200

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser
Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 11.4.6.1
Vu pada jarak di tumpuan adalah sebesar :

- $V_u = qu \times \left(\frac{Lx}{2} - \frac{dx}{1000} \right)$
 $= 590.56 \times \left(\frac{2.600}{2} - \frac{95}{1000} \right)$
 $= 10,86428 \text{ kN}$
- $\phi V_c = \phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{f_{c'}} \times b \times dx$
 $= 0,75 \times 0,17 \times 1 \times 4,990 \times 1000 \times 95$
 $= 60441,2536 \text{ N}$
 $= 60,441 \text{ kN}$
- Syarat : $1/2\phi V_c > V_u$
 $30.22062682 > 10.86428 \text{ [OK]}$

Kekuatan Geser Mencukupi

- Penulangan Half Slab Precast arah Y
 $ly/lx = 1.5$
 - Momen yang Terjadi pada arah Y
 $My = 0,001 \times qu \times Lx^2 \times Cx$
 $= 0,001 \times 901,6 \text{ kg/m}^2 \times 6.760 \text{ m}^2 \times 37$
 $= 225,5082 \text{ kgm}$
 $= 2255082 \text{ Nmm}$
 - Mencari Tebal Efektif *Half Slab Precast*



Gambar 6.8 Sketsa Penulangan Pelat Arah Y pada Kondisi Sesudah Komposit

Tebal = 70 mm
Selimut = 20 mm
D = 10 mm

$$\begin{aligned}
 dy &= \text{Tebal} - \text{Selimut} - D - 1/2\phi \\
 &= 120 \text{ mm} - 20 \text{ mm} - 10 \text{ mm} - 5 \text{ mm} \\
 &= 85 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

- c. Pada perencanaan awal ϕ diasumsikan 0,9

$$\begin{aligned}
 R_n &= \left(\frac{\text{Mu}}{\phi \times b \times dy^2} \right) \\
 &= \left(\frac{1477109 \text{ Nmm}}{0,9 \times 1000 \text{ mm} \times 85^2} \right) \\
 &= 0,347 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d. m &= \left(\frac{f_y}{0,85 \times f_c} \right) \\
 &= \left(\frac{240}{0,85 \times 24,9} \right) \\
 &= 11,339
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 e. \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2m \times R_n}{f_y}} \right) \\
 &= \frac{1}{11,339} \times \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,339 \times 0,347}{240}} \right) \\
 &= 0,00146
 \end{aligned}$$

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

- g. ρ_{\max} = 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.

$$\begin{aligned}
 \rho_b &= \frac{0,85 \beta f'_c}{f_y} \left(\frac{600}{f_y + 600} \right) \\
 &= \frac{0,85 \times 0,85 \times 24,9}{240} \left(\frac{600}{240 + 600} \right) \\
 &= 0,0535424
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \rho_{\max} &= 0,75 \times \rho_b \\
 &= 0,75 \times 0,0535424 \\
 &= 0,0401568
 \end{aligned}$$

h. Syarat :

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

$$0,002 < 0,00146 < 0,040157 [\text{NOT OK}]$$

Karena tidak memenuhi persamaan maka ρ diperbesar 30% = 0,00189

Maka, ρ pakai = 0,00200

- Penulangan Utama Half Slab Precast arah Y

a. Mencari Luas Tulangan Pakai

$$As = \rho_{\text{perlu}} \times b \times dy$$

$$= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 85 \text{ mm}$$

$$= 170 \text{ mm}^2$$

b. Digunakan Tulangan D = 10

$$As_{\text{Tulangan}} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

$$= 0,25 \times \pi \times (10)^2$$

$$= 78,540 \text{ mm}^2$$

c. Syarat :

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

$$200 \leq 360 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

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

d. As Pakai = $\left(\frac{1000 \times As_{\text{Tulangan}}}{s} \right)$

$$= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right)$$

$$= 392.699 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Kontrol Kapasitas Penampang

Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.3

- Tinggi Balok Tegangan Persegi Ekivalen

$$\begin{aligned} a &= \left(\frac{As \times Fy}{0,85 \times fc' \times b} \right) \\ &= \left(\frac{392,699 \times 240}{0,85 \times 24,9 \times 1000} \right) \\ &= 4,453 \text{ mm} \end{aligned}$$
- Jarak Serat Tekan Terjauh ke Sumbu Netral

$$\begin{aligned} c &= \left(\frac{a}{\beta_1} \right) \\ &= \left(\frac{4,453}{0,85} \right) \\ &= 5,239 \text{ mm} \end{aligned}$$
- Regangan Tarik

$$\begin{aligned} \epsilon_t &= 0,003 \times \left(\frac{dy}{c} - 1 \right) \\ &= 0,003 \times \left(\frac{85}{5,239} - 1 \right) \\ &= 0,04567503 \end{aligned}$$
- Dipakai $\phi = 0,9$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi \times As \times Fy \times dy - 0,5a \\ &= 0,9 \times 392,699 \text{ mm}^2 \times 240 \text{ MPa} \times 85 \\ &\quad \text{mm} - 0,5(4,453 \text{ mm}) \\ &= 7209952,91 \text{ Nmm} \\ &= 7,20995291 \text{ kNm} \end{aligned}$$
- Syarat :

$$\begin{aligned} \phi M_n &> M_u \\ 7,20995 &> 2,25508192 \text{ [OK]} \end{aligned}$$

Jadi, Dipakai Tulangan Utama D10-200

- Tulangan Susut
 - F_y = 240 MPa → ρ_{min} = 0,002

$$\begin{aligned} A_{sh} &= \rho_{min} \times b \times h \\ &= 0,002 \times 1000 \text{ mm} \times 120 \text{ mm} \\ &= 240 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b. Digunakan Tulangan D = 10

$$\begin{aligned} \text{As Tulangan} &= 1/4 \times \pi \times D^2 \\ &= 0,25 \times \pi \times (10)^2 \\ &= 78,540 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

c. Syarat :

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

$$200 \leq 600 \text{ atau } 450 \text{ mm}$$

Dipilih yang terkecil, jadi dipakai s = 200 mm

$$\begin{aligned} d. \text{ As Pakai} &= \left(\frac{1000 \times \text{As Tulangan}}{s} \right) \\ &= \left(\frac{1000 \times 78,540}{200} \right) \\ &= 392,699 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Dipakai Tulangan Susut D10-200

- Kontrol Terhadap Persyaratan Geser Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 11.4.6.1
- Vu pada jarak di tumpuan adalah sebesar :

- $\text{Vu} = qu \times \left(\frac{Ly}{2} - \frac{dy}{1000} \right)$
 $= 590,56 \times \left(\frac{4,025}{2} - \frac{85}{1000} \right)$
 $= 17,37834 \text{ kN}$
- $\phi Vc = \phi \times 0,17 \times \lambda \times \sqrt{fc'} \times b \times dy$
 $= 0,75 \times 0,17 \times 1 \times 4,99 \times 1000 \times 85$
 $= 54079,01641 \text{ N}$
 $= 54,079 \text{ kN}$
- Syarat : $1/2\phi Vc > Vu$
 $27.039508 > 17.37834 \text{ [OK]}$

Kekuatan Geser Mencukupi

- Kontrol Retak Berdasarkan SNI 2847:2013 Ps. 9.5.2.3

- a. Momen batas retak yang terjadi pada pelat saat beton berumur 7 hari :
- $F_c'' = 0,7 \times F_c'$
 $= 0,7 \times 24,9 \text{ MPa}$
 $= 17,43 \text{ MPa}$
 - $F_r = 0,62 \times \lambda \times \sqrt{f_c''}$
 $= 0,62 \times 1 \times 4,175 \text{ MPa}$
 $= 2,588 \text{ MPa}$
- b. Direncanakan pengecoran overtopping setelah berumur 7 hari :
- $I = \frac{1}{12} \times b \times h^3$
 $= \frac{1}{12} \times 1000 \times 120^3$
 $= 144000000 \text{ mm}^4$
- c. Momen layan yang bekerja :
- $M = 1/8 \times qDL \times (Lx/2)^2$
 $= 0,125 \times 668 \text{ kg/m}^2 \times 1,690 \text{ m}^2$
 $= 1,41115 \text{ kNm}$
 $= 1411150 \text{ Nmm}$
 - $\sigma = \frac{M \times c}{I} < f_r$
 $= \frac{1411150 \times 5,239}{144000000} < 2,098$
 $= 0,051 \text{ MPa} < 2,588 \text{ MPa [OK]}$
 - $M_{cr} = \frac{f_r \times I}{c}$
 $= \frac{2,098 \times 144000000}{5,239}$
 $= 71149023.89 \text{ Nmm}$

$$M_{cr} \geq M_x$$

$$71149024 \text{ Nmm} \geq 1411150 \text{ Nmm [OK]}$$

- Kontrol Lendutan
 - a. Momen akibat beban mati :

$$\begin{aligned} \text{MDL} &= 1/8 \times qDL \times (Lx/2)^2 \\ &= 0,125 \times 418,0 \text{ kg/m}^2 \times 1,690 \text{ m}^2 \\ &= 0,883025 \text{ kNm} \\ &= 883025 \text{ Nmm} \end{aligned}$$
 - b. Momen akibat beban hidup :

$$\begin{aligned} \text{MLL} &= 1/8 \times qLL \times (Lx/2)^2 \\ &= 0,125 \times 250 \text{ kg/m}^2 \times 1,690 \text{ m}^2 \\ &= 0,528125 \text{ kNm} \\ &= 528125 \text{ Nmm} \end{aligned}$$
 - c. Momen terfaktor maksimum yang terjadi pada elemen struktur pada saat lendutan dihitung :

$$\begin{aligned} \text{Ma} &= \text{MDL} + \text{MLL} \\ &= 1411150 \text{ Nmm} \end{aligned}$$
 - d. Momen inersia bruto terhadap sumbu berat penampang tanpa memperhitungkan tulangan baja :

$$\begin{aligned} I_g &= \frac{1}{12} \times b \times h^3 \\ &= \frac{1}{12} \times 1000 \times 70^3 \\ &= 28583333 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$
 - e. Momen batas retak :

$$\begin{aligned} \text{Mcr} &= \frac{f_r \times I_g}{0,5 \times \text{Tebal}} \\ &= \frac{2,098 \times 28583333}{0,5 \times 120} \\ &= 1233110,5 \text{ Nmm} \end{aligned}$$
 - f. Momen inersia retak penampang dengan tulangan baja yang di transformasikan ke panampang beton.

Dicari nilai X terlebih dahulu :

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

$$\frac{1000x^2}{2} - 6 \times 78,54(95 - x) = 0$$

$$500x^2 + 471,239x - 44767,7 = 0$$

$$x^2 + 0,9424778x - 89,5354 = 0$$

$$X_1 = 9,003 \text{ mm}$$

$$X_2 = -9,945 \text{ mm}$$

Maka, dipakai $x = 9,003 \text{ mm}$

$$l_{cr} = \frac{bx^3}{3} + n \times As(dx - x)^2$$

$$= \frac{1000 \times (10,393)^3}{3} + 6 \times 78,540(95 - 10,393)^2$$

$$= 3728282,8 \text{ mm}^4$$

g. Momen Inersia Efektif

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

$$= \left(\frac{1713622,31}{854464}\right)^3 \times 28583333,3 +$$

$$\left[1 - \left(\frac{1713622,31}{854464}\right)^3\right] \times 6563809,98$$

$$\leq 28583333,3$$

$$= 20312735 \leq 28583333 \text{ [OK]}$$

Maka, dipilih $I_e = 28583333 \text{ mm}^4$

$$E_c = 4700 \times \sqrt{f_c''}$$

$$= 4700 \times 4,175 \text{ MPa}$$

$$= 19622,148 \text{ MPa}$$

$$(\Delta i)DL = \frac{5 \times q \times L^4}{384 \times E_c \times I_e}$$

$$= \frac{5 \times (158,8+250) \times 2600^4}{384 \times 19622,148 \times 28583333,3}$$

$$= 7,087 \text{ mm}$$

- h. Berdasarkan SNI 2847:2012 batasan lendutan untuk plat adalah L/240
 $L/240 = 10,833 \text{ mm}$
- i. Syarat :
 $(\Delta i)DL \leq L/240$
 $7,087 \leq 10,833 [\text{OK}]$

6.3.5 Pekerjaan Tangga

Pekerjaan tangga dibagi menjadi 3 tahap proses pengerjaan yaitu tahap pemasangan bekisting tangga. Tahap yang ke dua adalah pembesian tangga. Selanjutnya, tahap terakhir yaitu pengecoran tangga yang dilakukan bersamaan dengan balok dan pelat *overtopping* dengan menggunakan alat berat *tower crane* dan *concrete bucket*.

1) Pekerjaan Bekisting Tangga

Perhitungan bekisting meliputi pekerjaan fabrikasi / menyetel, pemasangan, bongkar, reparasi, dan oles minyak. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan bekisting tangga diambil dari pekerjaan tangga lantai 1 zona 1.

a. Data

Untuk perhitungan perkiraan keperluan kayu untuk cetakan beton untuk luas cetakan 10 m^2 dan jam kerja tiap luas cetakan 10 m^2 dapat dilihat pada **tabel 2.5** dan **tabel 2.15**.

$$\text{Jam kerja tiap luas cetakan} = 10 \text{ m}^2$$

Tabel 6. 27 Data Jam Kerja Tiap Luas Cetakan 10 m^2
Pekerjaan Bekisting Tangga

Jenis Cetakan	Menyetel	Memasang	Membuka & Membersihkan	Reparasi	Pengolesan Minyak
Raft Foundation	5,5	3	3	3,5	0,5
Kolom dan Shearwall	6	3	3	3,5	0,5
Balok	8	3,5	3,5	3,5	0,5
Pelat Lantai Overtopping	5,5	3	3	3,5	0,5
Tangga	9	6	4	3,5	0,5

$$\text{Luas Bekisting} = 13,950 \text{ m}^2$$

b. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

- Mandor $= \frac{0,033}{0,033} = 1$ Pekerja
 - Tukang Pemasangan $= \frac{0,33}{0,033} = 10$ Pekerja
 - Pembantu T. Pemasangan $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
 - Tukang Fabrikasi $= \frac{0,33}{0,033} = 10$ Pekerja
 - Pembantu T. Fabrikasi $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
 - Pembantu T. Bongkar $= \frac{0,66}{0,033} = 20$ Pekerja
- | | |
|---------------|----------------|
| Total Pekerja | $= 81$ Pekerja |
|---------------|----------------|

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor $= 1$ Pekerja
 - Tukang Pemasangan $= 3$ Pekerja
 - Pembantu Tukang Pemasangan $= 3$ Pekerja
 - Tukang Fabrikasi $= 3$ Pekerja
 - Pembantu Tukang Fabrikasi $= 3$ Pekerja
 - Pembantu Tukang Bongkar $= 3$ Pekerja
- | | |
|---------------|----------------|
| Total Pekerja | $= 16$ Pekerja |
|---------------|----------------|

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor $= 8$ jam/hari
 - Tukang Pemasangan $= 24$ jam/hari
 - Pembantu Tukang Pemasangan $= 24$ jam/hari
 - Tukang Fabrikasi $= 24$ jam/hari
 - Pembantu Tukang Fabrikasi $= 24$ jam/hari
 - Pembantu Tukang Bongkar $= 24$ jam/hari
- | | |
|------------------------|------------------|
| Total Jam Kerja 1 Grup | $= 128$ jam/hari |
|------------------------|------------------|
- | | |
|-----------------------------|-----------------|
| Total Jam Kerja Pek. Pasang | $= 56$ jam/hari |
|-----------------------------|-----------------|
- | | |
|--------------------------------|-----------------|
| Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi | $= 48$ jam/hari |
|--------------------------------|-----------------|

Total Jam Kerja Pek. Bongkar = 24 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- Pekerjaan Pemasangan

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Pasang}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{56 \text{ jam/hari}}{6 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 93,333 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Pekerjaan Fabrikasi

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Fabrikasi}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{48 \text{ jam/hari}}{9 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 53,333 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Pekerjaan Bongkar

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Bongkar}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{24 \text{ jam/hari}}{4 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 60,000 \text{ m}^2/\text{hari}$$
- Pekerjaan Oles Minyak

$$= \frac{\text{Total Jam Kerja Oles Minyak}}{\text{Jam Kerja Tiap Luas Cetakan m}^2} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= \frac{56 \text{ jam/hari}}{0,5 \text{ jam}} \times 10 \text{ m}^2$$

$$= 1120 \text{ m}^2/\text{hari}$$

c. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- Durasi Fabrikasi atau Menyetel

$$\text{Volume} = \frac{\text{Produktivitas Fabrikasi atau Menyetel}}{\text{13,950 m}^2}$$

$$= \frac{13,950 \text{ m}^2}{53,333 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,262 \text{ hari}$$

- Durasi Pemasangan

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Pasang}} + \text{Durasi Oles Minyak} +$$

$$\text{Waktu Angkat Bekisting} + \text{Waktu Angkat}$$

$$\text{Scaffolding}$$

$$= \frac{13,950 \text{ m}^2}{93,333 \text{ m}^2/\text{hari}} + 0,012 + 0,014 + 0,013$$

$$= 0,188 \text{ hari}$$
- Durasi Bongkar

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Bongkar}}$$

$$= \frac{13,950 \text{ m}^2}{60,000 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,232 \text{ hari}$$
- Durasi Oles Minyak

$$= \frac{\text{Volume}}{\text{Produktivitas Oles Minyak}}$$

$$= \frac{13,950 \text{ m}^2}{1120 \text{ m}^2/\text{hari}}$$

$$= 0,012 \text{ hari}$$

$$\begin{aligned}\Sigma \text{ Durasi} &= 0,262 + 0,188 + 0,232 + 0,012 \\&= 0,695 \text{ hari} \\&= 1 \text{ hari}\end{aligned}$$

- d. Kebutuhan Biaya Bekisting Tangga
- Pekerjaan Fabrikasi atau Menyetel
 - Harga Bahan
 - Multiplek
 $= 5 \text{ lembar} \times \text{Rp } 144.000,-$
 $= \text{Rp } 720.000,-$
 - Meranti 6/12
 $= 23 \text{ batang} \times \text{Rp } 85.000,-$
 $= \text{Rp } 1.995.000,-$
 - Paku, Kawat
 $= 5,392 \text{ kg} \times \text{Rp } 17.000,-$
 $= \text{Rp } 91.655,98$

- Minyak Bekisting
 $= 4,011 \text{ liter} \times \text{Rp } 8.500,-$
 $= \text{Rp } 34.089,39$

Harga Total = Rp 720.000,- +
 Rp 1.995.000,- +
 Rp Rp 91.655,98 +
 Rp 34.089,39
 $= \text{Rp } 2.800.745,37$

- Upah Pekerja
 - Tukang Fabrikasi
 $= 3 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 324.000,-$
 - Pembantu Tukang Fabrikasi
 $= 3 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 285.000,-$
- Harga Total = Rp 324.000,- + Rp 285.000,-
 $= \text{Rp } 609.000,-$

- Biaya Alat
 - Gergaji = 7 buah x Rp 50.000,-
 $= \text{Rp } 350.000,-$
 - Palu = 5 buah x Rp 40.000,-
 $= \text{Rp } 200.000,-$
- Harga Total = Rp 350.000,- + Rp 200.000,-
 $= \text{Rp } 550.000,-$

- Pekerjaan Pemasangan

- Upah Pekerja
 - Mandor
 $= 1 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 120.000,-$

- Tukang Pemasangan
 $= 3 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 324.000,-$
 - Pembantu Tukang Pemasangan
 $= 3 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 285.000,-$
- Harga Total = $\text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 324.000,-$
 $+ \text{Rp } 285.000,-$
 $= \text{Rp } 729.000,-$

- Pekerjaan Bongkar
 - Upah Pekerja
 - Pembantu Tukang Bongkar
 $= 3 \text{ pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 285.000,-$
- Total Biaya = $\text{Rp } 2.800.745,37 + \text{Rp } 609.000,- + \text{Rp } 550.000,- +$
 $\text{Rp } 729.000,- + \text{Rp } 285.000,-$
 $= \text{Rp } 4.973.745,37$
- * Untuk bekisting balok digunakan sebanyak 2 kali.
 Pekerjaan fabrikasi dilakukan pada :
 - Tangga lantai 1, dan digunakan kembali pada tangga lantai 3
 - Tangga lantai 2, dan digunakan kembali pada tangga lantai 4
 - Tangga lantai 5, dan digunakan kembali pada tangga lantai 7
 - Tangga lantai 6, dan digunakan kembali pada balok lantai 8
 - Tangga lantai 9

- * Sebelum bekisting digunakan kembali untuk lantai selanjutnya, perlu dilakukan pekerjaan reparasi bekisting terlebih dahulu dengan biaya material sebesar 20% dari harga material fabrikasi lantai sebelumnya.

2) Pekerjaan Pembesian Tangga

Durasi pembesian didapatkan dari total durasi pekerjaan fabrikasi meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan serta pemasangan tulangan. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pembesian tangga diambil dari pekerjaan tangga lantai 1 zona 1.

a. Data

Tabel 6. 28 Data Pekerjaan Pembesian Tangga Lantai 1 Zona 1

Dimensi Tulangan		Volume Tulangan	
Diameter	Panjang Tulangan	kg	m ³
mm	m		
D8	1.209	75.191	0.010
D10	1.896	104.895	0.013
D13	5.003	208.531	0.027
Jumlah	8.109	388.618	0.050

Jumlah Tulangan :

- Tulangan Potong
 - D8 = 176 buah
 - D10 = 102 buah
 - D13 = 40 buah
- Tulangan Bengkok
 - D8 = 144 buah
 - D10 = 0 buah
 - D13 = 80 buah

- Tulangan Kait
 - D8 = 352 buah
 - D10 = 204 buah
 - D13 = 80 buah
- Tulangan Pasang
 - Dibawah 3 m
 - D8 = 176 buah
 - D10 = 102 buah
 - D13 = 0 buah
 - 3 - 6 m
 - D8 = 0 buah
 - D10 = 0 buah
 - D13 = 40 buah
 - 6 - 9 m
 - D8 = 0 buah
 - D10 = 0 buah
 - D13 = 0 buah

b. Perhitungan Durasi

Perhitungan durasi pekerjaan fabrikasi yang meliputi pekerjaan pemotongan, pembengkokan, dan kaitan, serta pekerjaan pemasangan diambil dari nilai tengah pada **tabel 2.13** dan **tabel 2.14**.

Jam kerja tiap 100 fabrikasi dan 100 pasang :

- Potongan
 - D8 = 2 jam/100
 - D10 = 2 jam/100
 - D13 = 2 jam/100
 - Total = 6 jam/100
- Bengkokan
 - D8 = 1,15 jam/100
 - D10 = 1,15 jam/100
 - D13 = 1,238 jam/100
 - Total = 3,538 jam/100

- Kait
 - D8 = 1,85 jam/100
 - D10 = 1,85 jam/100
 - D13 = 1,963 jam/100
 - Total = 5,663 jam/100
- Pasang

Dibawah 3 m

 - D8 = 4,75 jam/100
 - D10 = 4,75 jam/100
 - D13 = 5 jam/100
 - Total = 14,500 jam/100

3 - 6 m

 - D8 = 6 jam/100
 - D10 = 6 jam/100
 - D13 = 6,31 jam/100
 - Total = 18,313 jam/100

6 - 9 m

 - D8 = 7 jam/100
 - D10 = 7 jam/100
 - D13 = 7,31 jam/100
 - Total = 21,313 jam/100

- c. Kebutuhan Tenaga Kerja
- Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :
- Mandor = $\frac{0,0007}{0,0007}$ = 1 Pekerja
 - Tukang Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
 - Pembantu T. Pemasangan = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
 - Tukang Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
 - Pembantu T. Fabrikasi = $\frac{0,007}{0,0007}$ = 10 Pekerja
 - Total Pekerja = 41 Pekerja

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 1 Pekerja
- Tukang Pemasangan = 5 Pekerja
- Pembantu Tukang Pemasangan = 5 Pekerja
- Tukang Fabrikasi = 5 Pekerja
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 5 Pekerja
- Total Pekerja = 21 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan :

- Mandor = 8 jam/hari
- Tukang Pemasangan = 40 jam/hari
- Pembantu Tukang Pemasangan = 40 jam/hari
- Tukang Fabrikasi = 40 jam/hari
- Pembantu Tukang Fabrikasi = 40 jam/hari
- Total Jam Kerja 1 Grup = 168 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Fabrikasi = 80 jam/hari
- Total Jam Kerja Pek. Pasang = 88 jam/hari

Produktivitas Kerja 1 Grup :

- D8
 - Pemotongan = 4000 buah/hari
 - Pembengkokan = 6957 buah/hari
 - Kaitan = 4324 buah/hari
 - Pemasangan < 3 m = 1853 buah/hari
 - Pemasangan 3-6 m = 1467 buah/hari
 - Pemasangan 6-9 m = 1257 buah/hari
- D10
 - Pemotongan = 4000 buah/hari
 - Pembengkokan = 6957 buah/hari
 - Kaitan = 4324 buah/hari
 - Pemasangan < 3 m = 1853 buah/hari
 - Pemasangan 3-6 m = 1467 buah/hari
 - Pemasangan 6-9 m = 1257 buah/hari
- D8
 - Pemotongan = 4000 buah/hari

Pembengkokan = 6465 buah/hari
 Kaitan = 4076 buah/hari
 Pemasangan < 3 m = 1760 buah/hari
 Pemasangan 3-6 m = 1394 buah/hari
 Pemasangan 6-9 m = 1203 buah/hari

d. Kebutuhan Jam Kerja dalam Pelaksanaan

- D8

- Pemotongan

$$= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Utama}}{4000 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{176}{4000}$$

$$= 0,044 \text{ hari}$$
- Pembengkokan

$$= \frac{\Sigma \text{Bengkok Tul. Utama}}{6957 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{144}{6957}$$

$$= 0,021 \text{ hari}$$
- Kaitan

$$= \frac{\Sigma \text{Kait Tul. Utama}}{4324 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{352}{4324}$$

$$= 0,081 \text{ hari}$$
- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1853 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{176}{1853}$$

$$= 0,095 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1467 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1467}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

- Pemasangan 6-9 m
 $= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1257 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{0}{1257}$
 $= 0,000 \text{ hari}$

$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D8} = 0,146 \text{ hari}$
 $= 1 \text{ hari}$

$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D8} = 0,095 \text{ hari}$
 $= 1 \text{ hari}$

- D10

- Pemotongan
 $= \frac{\Sigma \text{ Pot. Tul. Utama}}{4000 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{102}{4000}$
 $= 0,026 \text{ hari}$
- Pembengkokan
 $= \frac{\Sigma \text{ Bengkok Tul. Utama}}{6957 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{0}{6957}$
 $= 0,000 \text{ hari}$
- Kaitan
 $= \frac{\Sigma \text{ Kait Tul. Utama}}{4324 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{204}{4324}$
 $= 0,047 \text{ hari}$
- Pemasangan < 3 m
 $= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1853 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{102}{1853}$
 $= 0,055 \text{ hari}$

- Pemasangan 3-6 m
 $= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1467 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{0}{1467}$
 $= 0,000 \text{ hari}$
- Pemasangan 6-9 m
 $= \frac{\Sigma \text{Pasang Tul. Utama}}{1257 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{0}{1257}$
 $= 0,000 \text{ hari}$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D10} = 0,073 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D10} = 0,055 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

- D13

- Pemotongan
 $= \frac{\Sigma \text{Pot. Tul. Utama}}{4000 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{40}{4000}$
 $= 0,010 \text{ hari}$
- Pembengkokan
 $= \frac{\Sigma \text{Bengkok Tul. Utama}}{6465 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{80}{6465}$
 $= 0,012 \text{ hari}$
- Kaitan
 $= \frac{\Sigma \text{Kait Tul. Utama}}{4076 \text{ buah/hari}}$
 $= \frac{80}{4076}$
 $= 0,020 \text{ hari}$

- Pemasangan < 3 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1760 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1760}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$
- Pemasangan 3-6 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1394 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{40}{1394}$$

$$= 0,029 \text{ hari}$$
- Pemasangan 6-9 m

$$= \frac{\Sigma \text{ Pasang Tul. Utama}}{1203 \text{ buah/hari}}$$

$$= \frac{0}{1203}$$

$$= 0,000 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Fabrikasi D13} = 0,042 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Pemasangan D13} = 0,029 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$\Sigma \text{ Durasi Total Fabrikasi} = 0,261 \text{ hari}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$\Sigma \text{ Durasi Total Pemasangan}$
 $= 0,179 \text{ hari} + \text{Waktu Angkat Pembesian}$
 $= 0,179 \text{ hari} + 0,010 \text{ hari}$
 $= 0,189 \text{ hari}$
 $= 1 \text{ hari}$

e. Kebutuhan Biaya Pembesian Tangga

- Harga Bahan
 - Besi Beton Ulir (BJTD-40)
 $= 388,618 \text{ kg} \times \text{Rp } 9.000,-$
 $= \text{Rp } 3.497.560,58$

- Kawat Pengikat (8% Besi Beton)
 $= 31,089 \text{ kg} \times \text{Rp } 15.000,-$
 $= \text{Rp } 466.341,41$

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 3.497.560,58 + \\ &\quad \text{Rp } 466.341,41 \\ &= \text{Rp } 3.963.901,99\end{aligned}$$

- Upah Pekerja

- Mandor
 $= 1 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 120.000,-$
- Tukang Pemasangan
 $= 5 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 540.000,-$
- Pembantu Tukang Pemasangan
 $= 5 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 475.000,-$
- Tukang Fabrikasi
 $= 5 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 540.000,-$
- Pembantu Tukang Fabrikasi
 $= 5 \text{ Pekerja} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 475.000,-$

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 120.000,- + \text{Rp } 540.000,- + \\ &\quad \text{Rp } 475.000,- + \text{Rp } 540.000,- \\ &\quad + \text{Rp } 475.000,- \\ &= \text{Rp } 2.150.000,-\end{aligned}$$

- Biaya Alat

- *Bar Bender*
 $= 4 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 480.000,-$
- *Bar Cutter*
 $= 4 \text{ Unit} \times 1 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 480.000,-$

$$\begin{aligned}\text{Harga Total} &= \text{Rp } 480.000,- + \text{Rp } 480.000,- \\ &= \text{Rp } 960.000,-\end{aligned}$$

- Total Biaya = Rp 3.963.901,99 +
Rp 2.150.000,- + Rp 960.000,-
= Rp 7.073.901,99

6.3.6 Pekerjaan Pengecoran Balok, Pelat Overtopping, dan Tangga

Pekerjaan pengecoran balok, pelat *overtopping*, dan tangga dilakukan dengan menggunakan alat berat *tower crane* dan *concrete bucket*. Berikut adalah contoh perhitungan pekerjaan pengecoran balok, pelat *overtopping*, dan tangga diambil dari pekerjaan balok, pelat *overtopping* lantai 2 dan tangga lantai 1 zona 1.

a. Data

Tabel 6. 29 Data Pekerjaan Pengecoran Balok, Pelat *Overtopping* Lantai 2 dan Tangga Lantai 1 Zona 1

TIPE	Volume	Volume Tulangan		Volume Bersih
	m ³	kg	m ³	m ³
Balok	17.273	3380.856	0.431	16.843
Pelat	9.544	1745.901	0.222	9.321
Tangga	1.916	388.618	0.050	1.866
Jumlah	28.733	5515.375	0.703	28.030

Efisiensi Kerja (EK) :

- Faktor Alat = 0,75
- Faktor Operator = 0,80
- Faktor Cuaca = 0,85

Concrete Bucket

- Volume Bucket = 1 m³
- Waktu Siklus TC = 26 menit
- Efisiensi Kerja = 0,51

- Delivery Capacity

$$= \text{Volume Bucket} \times \frac{60 \text{ menit}}{\text{Waktu Siklus TC / jumlah}}$$

$$= 1 \text{ m}^3 \times \frac{60 \text{ menit}}{13}$$

$$= 4,615 \text{ m}^3/\text{jam}$$
- Kapasitas Produksi = Delivery Capacity x EK

$$= 4,615 \text{ m}^3/\text{jam} \times 0,51$$

$$= 2,354 \text{ m}^3/\text{jam}$$

Truck Mixer

- Kapasitas Produksi = 10 m^3
- Kebutuhan = $\frac{\text{Volume Beton}}{\text{Kapasitas Truck Mixer}}$
 $= \frac{28,030 \text{ m}^3}{10 \text{ m}^3}$
 $= 3 \text{ buah}$

b. Perhitungan Durasi

Durasi Persiapan

- Pengaturan Posisi = 5 menit
- Pemasangan Pompa = 15 menit
- Pemasangan mesin = 15 menit
- Pergantian antar Truck = Jumlah Truck x Waktu Tiap Truck
 $= 3 \text{ buah} \times 5 \text{ menit}$
 $= 15 \text{ menit}$
- Waktu Pengujian Slump = Jumlah Truck x Waktu Tiap Truck
 $= 3 \text{ buah} \times 5 \text{ menit}$
 $= 15 \text{ menit}$
Total = 35 menit

Durasi Operasional Pengecoran

$$\begin{aligned}\text{Durasi} &= \frac{\text{Volume Pengecoran}}{\text{Kapasitas Produksi}} \\ &= \frac{28,030 \text{ m}^3}{2,354 \text{ m}^3/\text{jam}} \\ &= 11,908 \text{ jam} \\ &= 714,494 \text{ menit}\end{aligned}$$

Durasi Total

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

$$\begin{aligned}\text{Durasi Total} &= \text{Durasi Persiapan} + \text{Durasi} \\ &\quad \text{Operasional Pengecoran} + \text{Durasi} \\ &\quad \textit{Tower Crane} \\ &= 35 + 714,494 + 26 \\ &= 775,494 \text{ menit} \\ &= 12,925 \text{ jam} \\ &= 2 \text{ hari}\end{aligned}$$

c. Kebutuhan Tenaga Kerja

Kapasitas Maksimal Pekerja dalam 1 Grup :

• Mandor	=	$\frac{0,035}{0,035}$	= 1 Pekerja
• Tukang	=	$\frac{0,35}{0,035}$	= 10 Pekerja
• Pembantu Tukang	=	$\frac{2,1}{0,035}$	= 60 Pekerja
Total Pekerja			= 71 Pekerja

Jam kerja efektif 1 hari = 8 jam

Kebutuhan Tenaga Kerja dalam Pelaksanaan :

• Mandor	= 1 Pekerja	= 8 jam/hari
• Tukang	= 3 Pekerja	= 24 jam/hari
• Pembantu Tukang	= 4 Pekerja	= 32 jam/hari
Total Jam Kerja 1 Grup		= 64 jam/hari

d. Kebutuhan Biaya Pengecoran Kolom dan *Shearwall*

- Harga Bahan
 - Beton Ready Mix PT. Merak Jaya Beton
 $= 26,164 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 860.000,-$
 $= \text{Rp } 22.500.942,54$
 - Beton Ready Mix PT. Merak Jaya Beton
 $= 1,866 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 860.000,-$
 $= \text{Rp } 1.493.007,63$
- Harga Total = Rp 22.500.942,54 +
 Rp 1.493.007,63
 = Rp 23.993.950,17

- Upah Pekerja
 - Mandor
 $= 1 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 240.000,-$
 - Tukang
 $= 3 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 108.000,-$
 $= \text{Rp } 648.000,-$
 - Pembantu Tukang
 $= 4 \text{ Pekerja} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 95.000,-$
 $= \text{Rp } 760.000,-$

Harga Total = Rp 240.000,- + Rp 648.000,- +
 Rp 760.000,-
 = Rp 1.648.000,-

- Biaya Alat
 - *Concrete Bucket*
 $= 1 \text{ Unit} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 120.000,-$
 $= \text{Rp } 240.000,-$
 - *Vibrator*
 $= 2 \text{ Unit} \times 2 \text{ hari} \times \text{Rp } 400.000,-$
 $= \text{Rp } 1.600.000,-$

Harga Total = Rp 240.000,- + Rp 1.600.000,-
 = Rp 1.840.000,-

- Total Biaya = Rp 23.993.950,17 +
Rp 1.648.000,- +
Rp 1.840.000,-
= Rp 27.481.950,17

6.4 Perhitungan Alat Berat

6.4.1 Tower Crane

Pekerjaan pemasangan besi dan bekisting, serta pengecoran pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik dilakukan dengan menggunakan alat berat *tower crane*. Sehingga produktivitas dan waktu siklus dari alat berat *tower crane* perlu diperhitungkan.

1) Perhitungan Waktu Siklus dan Produktivitas *Tower Crane*

Produktivitas *tower crane* dapat dihitung berdasarkan waktu siklus. Waktu siklus adalah waktu *tower crane* untuk melakukan satu kali pekerjaan yang meliputi waktu muat, waktu angkat, waktu bongkar, dan waktu kembali. Berikut adalah contoh perhitungan *tower crane* diambil dari pekerjaan pengecoran kolom K2 lantai 1 zona 1.

a. Data

Tabel 6. 30 Spesifikasi *Tower Crane*

POTAIN TIPE MC 310 K12		
Beban Maksimum	=	3.9 T
Panjang Jib	=	65 m
Kecepatan Pergi		
Hoisting	=	80 m/menit
Slewing	=	252 °/menit
Trolley	=	60 m/menit
Landing	=	56 m/menit
Kecepatan Kembali		
Hoisting	=	112 m/menit
Slewing	=	252 °/menit
Trolley	=	100 m/menit
Landing	=	116 m/menit

(Sumber : Brosur Alat)

Tabel 6. 31 Produksi per Siklus *Tower Crane*

Pekerjaan	Produksi	Satuan
Pengcoran	1	m ³
Pengangkatan Material		
Tulangan	1500	kg
Bekisting	1500	kg
Scafolding	1500	kg
Pipe Support	1500	kg

b. Penentuan Posisi

Penentuan posisi dilakukan untuk mengetahui dimana letak posisi kolom, truck mixer, tempat fabrikasi besi, dan tempat fabrikasi bekisting terhadap posisi *tower crane*. Pekerjaan ini dilakukan dengan bantuan *software autocad*, dengan cara menarik garis pada gambar *site management plan* lalu dilihat dari details berapa koordinatnya.

Berikut adalah koordinat untuk pekerjaan kolom K2 lantai 1 zona 1 :

- Koordinat Tower Crane
 - Koordinat X = 0 (asumsi)
 - Koordinat Y = 0 (asumsi)
- Koordinat K2
 - Koordinat X = 20,379 m
 - Koordinat Y = 49,332 m
- Koordinat Truck Mixer
 - Koordinat X = 26,062 m
 - Koordinat Y = 28,475 m

c. Perhitungan Jarak

- Jarak *Tower Crane* ke Kolom K2

$$\begin{aligned}
 D &= \sqrt{(Y_{TC} - Y_{K2})^2 + (X_{TC} - X_{K2})^2} \\
 &= 53,376 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jarak *Tower Crane* ke *Truck Mixer*

$$D1 = \sqrt{(YTC - YTM)^2 + (XTC - XTM)^2}$$

$$= 38,601 \text{ m}$$
- Jarak *Trolley Truck Mixer* ke Kolom K2

$$C1 = ABS |D1 - D|$$

$$= 14,774 \text{ m}$$
- Jarak *Truck Mixer* ke Kolom K2

$$D4 = \sqrt{(YTM - YK2)^2 + (XTM - XK2)^2}$$

$$= 21,617 \text{ m}$$
- Sudut *Slewing TM*

$$\cos \alpha = \frac{(Jarak TM ke TC)^2 + (Jarak TC ke K2)^2 + (Jarak TM ke K2)^2}{2 \times \text{Jarak TM ke TC} \times \text{Jarak TC ke K2}}$$

$$= 0,940$$

$$\alpha = 20,021$$

d. Perhitungan Waktu Pergi

Lantai 1 H Hoisting = 6,4 m
 H Landing = 3,2 m

- Hoisting
 $v = 80 \text{ m/menit}$
 $h = 6,4 \text{ m}$
 $t = 0,080 \text{ menit}$
 - Slewing
 $v = 252 \text{ m/menit}$
 $\alpha = 20,021 \text{ m}$
 $t = 0,079 \text{ menit}$
 - Trolley
 $v = 60 \text{ m/menit}$
 $d = 14,774 \text{ m}$
 $t = 0,246 \text{ menit}$
 - Landing
 $v = 56 \text{ m/menit}$
 $h = 3,2 \text{ m}$
 $t = 0,057 \text{ menit}$
- Total = 0,463 menit

- e. Perhitungan Waktu Kembali

Lantai 1 H Hoisting = 3,2 m

H Landing = 6,4 m

- ### - Hoisting

$$v = 112 \text{ m/menit}$$

$$h = 3.2 \text{ m}$$

$$t = 0,029 \text{ menit}$$

- ### - Slewing

$$v = 252 \text{ m/menit}$$

$$\alpha = 20.021 \text{ m}$$

$t = 0.079$ menit

- Trolley

$$v = 100 \text{ m/menit}$$

$$d = 14.774 \text{ m}$$

$t = 0.148$ menit

- ## - Landing

$$v = 116 \text{ m/menit}$$

$$h = 6.4 \text{ m}$$

$t = 0.055$ menit

Total = 0,311 menit

- #### f. Waktu Siklus (*Cycle Time*)

- Waktu Muat = 5 menit

- Waktu Pergi = 0,463 menit

- Waktu Bongkar = 7 menit

- Waktu Kembali = 0,311 menit

$$= 12,774 \text{ m}$$

- * Untuk perhitungan waktu siklus dan produktivitas *tower crane* pada pekerjaan pembesian dan pekerjaan bekisting digunakan cara yang sama

2) Perhitungan Kebutuhan Biaya *Tower Crane*

Diketahui waktu pelaksanaan proyek 149 hari (7 bulan)	
a. Biaya Pondasi + Angkur	= 1 Ls × Rp 80.000.000 = Rp 80.000.000
b. Biaya Sewa Alat	= 7 bln × Rp 95.000.000 = Rp 665.000.00
c. Biaya Listrik	= 7 bln × Rp 35.000.000 = Rp 245.000.000
d. Biaya <i>Erection</i>	= 1 Ls × Rp 85.000.000 = Rp 85.000.000
e. Biaya Mob-Demob	= 1 Ls × Rp 75.000.000 = Rp 75.000.000
f. Biaya Operator	= 7 bln × Rp 16.000.000 = Rp 112.000.00
g. Biaya Asuransi Alat	= 1 Ls × Rp 2.500.000 = Rp 2.500.000
h. Biaya Perizinan	= 1 Ls × Rp 10.000.000 = Rp 10.000.000
Total Biaya Sewa Alat	= Rp. 1.274.500.000

6.4.2 Scaffolding

Berikut adalah rekapitulasi kebutuhan dan biaya scaffolding atau perancah pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik.

1) Perhitungan Kebutuhan *Scaffolding*

a. Kolom dan *Shearwall*

- Pipa Support 1,7 m

Zona 1	= 202 buah
Zona 2	= 186 buah
- Kickers 1,7 m

Zona 1	= 202 buah
Zona 2	= 186 buah

b. Balok

- Main Frame 1,7 m
 - Zona 1 = 300 buah
 - Zona 2 = 294 buah
- Ladder Frame 0,9 m
 - Zona 1 = 300 buah
 - Zona 2 = 294 buah
- Cross Brace 1,93 m
 - Zona 1 = 316 buah
 - Zona 2 = 304 buah
- Joint Pin
 - Zona 1 = 600 buah
 - Zona 2 = 588 buah
- Jack Base 0,6 m
 - Zona 1 = 600 buah
 - Zona 2 = 588 buah
- U-Head 0,6 m
 - Zona 1 = 600 buah
 - Zona 2 = 588 buah

c. Pelat Lantai

- Main Frame 1,7 m
 - Zona 1 = 208 buah
 - Zona 2 = 202 buah
- Ladder Frame 0,9 m
 - Zona 1 = 208 buah
 - Zona 2 = 202 buah
- Cross Brace 1,93 m
 - Zona 1 = 288 buah
 - Zona 2 = 268 buah
- Joint Pin
 - Zona 1 = 416 uah
 - Zona 2 = 404 buah
- Jack Base 0,6 m
 - Zona 1 = 416 buah

- Zona 2 = 404 buah
- U-Head 0,6 m
- Zona 1 = 416 buah
Zona 2 = 404 buah
- d. Tangga
- Pipa Support 1,7 m
- Zona 1 = 72 buah
Zona 2 = 72 buah
- U-Head 0,6 m
- Zona 1 = 72 buah
Zona 2 = 72 buah
- e. Total Kebutuhan
- Pipa Support 1,7 m
- Zona 1 = 274 buah
Zona 2 = 258 buah
- Kickers 0,9 m
- Zona 1 = 202 buah
Zona 2 = 186 buah
- Main Frame 1,7 m
- Zona 1 = 508 buah
Zona 2 = 496 buah
- Ladder Frame 0,9 m
- Zona 1 = 508 buah
Zona 2 = 496 buah
- Cross Brace 1,93 m
- Zona 1 = 604 buah
Zona 2 = 572 buah
- Joint Pin
- Zona 1 = 1016 buah
Zona 2 = 992 buah
- Jack Base 0,6 m
- Zona 1 = 1016 buah
Zona 2 = 992 buah

- U-Head 0,6 m

Zona 1	= 1088 buah
Zona 2	= 1064 buah

2) Perhitungan Biaya *Scaffolding*

a. Kolom dan *Shearwall*

- Pipa Support 1,7 m

Zona 1	= Rp 55.000/bulan × 6 bulan × 202 = Rp 66.660.000
Zona 2	= Rp 55.000/bulan × 6 bulan × 186 = Rp 61.380.000
- Kickers 1,7 m

Zona 1	= Rp 55.000/bulan × 6 bulan × 202 = Rp 66.660.000
Zona 2	= Rp 55.000/bulan × 6 bulan × 186 = Rp 61.380.000

b. Balok

- Main Frame 1,7 m

Zona 1	= Rp 17.000/bulan × 7 bulan × 300 = Rp 35.700.000
Zona 2	= Rp 17.000/bulan × 7 bulan × 294 = Rp 34.986.000
- Ladder Frame 0,9 m

Zona 1	= Rp 15.000/bulan × 7 bulan × 300 = Rp 31.500.000
Zona 2	= Rp 15.000/bulan × 7 bulan × 294 = Rp 30.870.000
- Cross Brace 1,93 m

Zona 1	= Rp 12.000/bulan × 7 bulan × 316 = Rp 26.544.000
Zona 2	= Rp 12.000/bulan × 7 bulan × 304 = Rp 25.536.000

- Joint Pin

Zona 1 = Rp 7.000/bulan × 7 bulan ×
600 = Rp 29.400.000

Zona 2 = Rp 7.000/bulan × 7 bulan ×
588 = Rp 28.812.000

- Jack Base 0,6 m

Zona 1 = Rp 11.000/bulan × 7 bulan ×
600 = Rp 46.200.000

Zona 2 = Rp 11.000/bulan × 7 bulan ×
588 = Rp 45.276.000

- U-Head 0,6 m

Zona 1 = Rp 11.000/bulan × 7 bulan ×
600 = Rp 46.200.000

Zona 2 = Rp 11.000/bulan × 7 bulan ×
588 = Rp 45.276.000

c. Pelat Lantai

- Main Frame 1,7 m

Zona 1 = Rp 17.000/bulan × 7 bulan ×
208 = Rp 24.752.000

Zona 2 = Rp 17.000/bulan × 7 bulan ×
202 = Rp 24.038.000

- Ladder Frame 0,9 m

Zona 1 = Rp 15.000/bulan × 7 bulan ×
208 = Rp 21.840.000

Zona 2 = Rp 15.000/bulan × 7 bulan ×
202 = Rp 21.210.000

- Cross Brace 1,93 m

Zona 1 = Rp 12.000/bulan × 7 bulan ×
288 = Rp 24.192.000

Zona 2 = Rp 12.000/bulan × 7 bulan ×
268 = Rp 22.512.000

- Joint Pin

Zona 1 = Rp 7.000/bulan × 7 bulan ×
416 = Rp 20.384.000

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 2} & = & \text{Rp } 7.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 404 = \text{Rp } 19.796.000 \end{array}$$

- Jack Base 0,6 m

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 1} & = & \text{Rp } 11.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 416 = \text{Rp } 32.032.000 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 2} & = & \text{Rp } 11.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 404 = \text{Rp } 31.108.000 \end{array}$$
- U-Head 0,6 m

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 1} & = & \text{Rp } 11.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 416 = \text{Rp } 32.032.000 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 2} & = & \text{Rp } 11.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 404 = \text{Rp } 31.108.000 \end{array}$$

d. Tangga

- Pipa Support 1,7 m

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 1} & = & \text{Rp } 55.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 72 = \text{Rp } 27.720.000 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 2} & = & \text{Rp } 17.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 72 = \text{Rp } 5.544.000 \end{array}$$
- U-Head 0,6 m

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 1} & = & \text{Rp } 11.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 72 = \text{Rp } 8.085.000 \end{array}$$

$$\begin{array}{lcl} \text{Zona 2} & = & \text{Rp } 11.000/\text{bulan} \times 7 \text{ bulan} \times \\ & & 72 = \text{Rp } 8.085.00 \end{array}$$

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VII

PENUTUP

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik, diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Metode pelaksanaan yang digunakan sesuai dengan metode dengan teori dan referensi dari beberapa literatur serta dikaitkan dengan Analisa lapangan.
2. Dari metode pelaksanaan dan penjadwalan yang telah direncanakan didapatkan durasi pekerjaan struktur Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik untuk pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur bawah, dan pekerjaan struktur atas yang terhitung dari lantai 1 sampai dengan lantai 10 dapat diselesaikan dengan 174 hari kerja (7 bulan). Dengan asumsi bahwa hari minggu libur dan jam kerja normal, tanpa lembur yaitu 8 jam per hari. Jam kerja dimulai dari pukul 08.00 hingga pukul 17.00 dengan 1 jam istirahat pada pukul 12.00 hingga pukul 13.00.
3. Biaya pelaksanaan yang dibutuhkan dalam proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik untuk pekerjaan persiapan, pekerjaan struktur bawah, dan pekerjaan struktur atas yang terhitung dari lantai 1 sampai dengan lantai 10 untuk biaya material, biaya upah pekerja, dan biaya sewa alat berat adalah sebesar Rp 10.928.665.253,07 dengan rincian biaya per lantai sebagai berikut :

Tabel 7.1 Rekapitulasi Biaya Pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik

Uraian Pekerjaan	Rekapitulasi Biaya	
Pekerjaan Persiapan	Rp	205.067.499,57
Pekerjaan Struktur Bawah	Rp	938.397.416,05
Pekerjaan Struktur Atas		
Lantai 1	Rp	1.636.183.447,47
Lantai 2	Rp	969.756.680,62
Lantai 3	Rp	1.023.928.719,99
Lantai 4	Rp	848.095.597,34
Lantai 5	Rp	903.650.236,62
Lantai 6	Rp	968.275.283,89
Lantai 7	Rp	1.023.928.719,99
Lantai 8	Rp	831.807.016,25
Lantai 9	Rp	884.728.925,85
Lantai 10	Rp	694.845.709,43
TOTAL BIAYA	Rp	10.928.665.253,07

Biaya K3 di atas belum termasuk biaya tidak langsung dan biaya K3 umum. Dalam perhitungan biaya pada proyek ini, biaya tidak langsung diasumsikan sebesar 15% (keuntungan 5% dan PPn 10%) dari biaya total struktur, didapatkan nilai sebesar Rp 1.639.299.787,96. Serta untuk biaya K3 umum diasumsikan sebesar 2,5% dari biaya total struktur, didapatkan nilai sebesar Rp 273.216.631,33. Sehingga diperoleh biaya total pelaksanaan sebesar Rp 12.841.181.672,36.

7.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut :

1. Diperlukan harga satuan yang detail sehingga dapat dihitung biaya yang mendekati kenyataan di lapangan.
2. Diperlukan target waktu penyelesaian pembangunan, agar dapat menentukan metode pekerjaan yang tepat serta jumlah pekerja yang cukup sehingga proyek dapat selesai tepat waktu.
3. Diperlukan acuan penelitian terdahulu agar dapat menentukan metode pelaksanaan yang akan digunakan, sehingga waktu dan biaya dapat dihitung dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional, Baja Tulangan Beton, Jakarta: Badan Standarisasi Indonesia, 2017.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan, Jakarta: Badan Standarisasi Nasional, 2013.
- [3] Departemen Pekerjaan Umum dan Tenaga Listrik, Peraturan Beton Bertulang Indonesia, Bandung, 1971.
- [4] Menteri Pekerjaan Umum, Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05 Tahun 2014 Tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum, Jakarta.
- [5] A. Husen, Manajemen Proyek, Penjadwalan, dan Pengendalian Proyek, Yogyakarta: Andi Offset, 2010.
- [6] P. P. Persero, Buku Referensi untuk Konstruksi Bangunan Gedung, Jakarta: Gramedia, 2003.
- [7] Rochmanhadi, Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat - Alat Berat, Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1984.
- [8] S. F. Rostiyanti, Alat Berat untuk Proyek Konstruksi, Jakarta: Rineka Cipta, 2008.
- [9] A. S. Sastraatmadja, Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan, Bandung: Nova, 1984.
- [10] A. S. Sastraatmadja, Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan Lanjutan, Bandung: Nova, 1994.

- [11] I. Soeharto, Manajemen Proyek : dari Konseptual sampai Operasional, Erlangga, 1999.
- [12] I. Widiasanti, Manajemen Konstruksi, Bandung: PT Remaja Rosdakarya Offset, 2013.
- [13] Menteri Pekerjaan Umum, Biaya Penyelenggaraan Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum. Surat Edaran Menteri Nomor 66/SE/M/2015, 2015.
- [14] Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, Pemberlakuan Standar Dokumen Pemilihan Pengadaan Jasa Konstruksi dalam Rangka Lelang Dini di Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat untuk Tahun Anggaran 2019. Surat Edaran Menteri Nomor 10/SE/M/2018, 2018.

“halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Harga Satuan Upah Pekerja, Sewa Alat, dan Material

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA (Rp.)	
1	2	3	4	
A UPAH PEKERJA				
1	Mandor	O.H	Rp	120,000.00
2	Tukang	O.H	Rp	108,000.00
3	Pembantu Tukang	O.H	Rp	95,000.00
4	Operator Alat Berat	O.H	Rp	150,000.00
5	Sopir Dump Truck	O.H	Rp	100,000.00
6	Tukang Surveyor	O.H	Rp	107,000.00
B SEWA ALAT				
1	Sewa SF-50 Hydraulic CFA Rotary Rig	hari	Rp	1,200,000.00
2	Sewa Concrete Pump Longboom	hari	Rp	3,500,000.00
3	Sewa Concrete Pump Standar	hari	Rp	2,500,000.00
4	Sewa Vibrator	hari	Rp	400,000.00
5	Sewa Molen	hari	Rp	250,000.00
6	Sewa Bar Bender	hari	Rp	120,000.00
7	Sewa Bar Cutter	hari	Rp	120,000.00
8	Sewa Excavator	hari	Rp	960,000.00
9	Sewa Dump Truck	hari	Rp	500,000.00
10	Sewa Concrete Bucket	hari	Rp	120,000.00
11	Sewa Alat Theodolit	hari	Rp	150,000.00
12	Air Compressor	unit	Rp	8,800,000.00

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA (Rp.)	
13	Sewa Main Frame 170 cm	part/bln	Rp	17,000.00
14	Sewa Ladder Frame 90 cm	part/bln	Rp	15,000.00
15	Sewa Cross Brace 190 cm	part/bln	Rp	12,000.00
16	Sewa Joint Pin	part/bln	Rp	7,000.00
17	Sewa Jack Base 60 cm	part/bln	Rp	11,000.00
18	Sewa U-Head 60 cm	part/bln	Rp	11,000.00
19	Sewa Pipa Support	part/bln	Rp	55,000.00
20	Sewa Kickers	part/bln	Rp	55,000.00
21	Mobilisasi/Demobilisasi	Ls	Rp	6,000,000.00
C MATERIAL				
1	Pasir Urug	m3	Rp	200,000.00
2	Pasir Pasang/cor	m3	Rp	250,000.00
3	Pasir Beton	m3	Rp	250,000.00
4	Sirtu	m3	Rp	80,000.00
5	Tanah Urug	m3	Rp	200,000.00
6	Portland Cement (PC) @ 40 kg	zak	Rp	52,000.00
7	Minyak Bekisting	ltr	Rp	8,500.00
8	Besi Beton Polos (Besi BJTP-24)	kg	Rp	8,500.00
9	Besi Beton Ulir (Besi BJTD-40)	kg	Rp	9,000.00
10	Paku 2" - 5"	kg	Rp	17,000.00
11	Paku 5" - 7"	kg	Rp	17,000.00
12	Kawat Beton/ Bendrat	kg	Rp	15,000.00

NO	URAIAN	SATUAN	HARGA (Rp.)	
13	Seng Gelombang 80 cm x 180 cm	kg	Rp	55,000.00
14	Multipleks UK. 122 cm x 244 cm x 12 mm	lbr	Rp	144,000.00
15	Kayu Meranti (Usuk 5/7)	btg	Rp	47,000.00
16	Kayu Meranti Balok (6/12)	btg	Rp	85,000.00
17	Kayu Dolken	btg	Rp	16,000.00
18	Papan Kayu Meranti	m3	Rp	3,250,000.00
19	Beton Ready Mix (K-100)	m3	Rp	600,000.00
20	Beton Ready Mix (K-300)	m3	Rp	800,000.00
21	Beton Ready Mix (K-350)	m3	Rp	860,000.00
22	Beton Ready Mix (K-400)	m3	Rp	920,000.00
23	Beton Ready Mix (K-500)	m3	Rp	1,050,000.00
24	Half Slab Precast	m2	Rp	390,000.00
25	Batako 40cm x 20cm x 10cm	bh	Rp	2,450.00
26	Kereta Dorong	bh	Rp	585,000.00
27	Trowel	bh	Rp	22,000.00
28	Palu Martil 16 Oz	bh	Rp	40,000.00
29	Palu Bodem Besar 3lb	bh	Rp	101,500.00
30	Gergaji Tangan	bh	Rp	50,000.00

“halaman ini sengaja dikosongkan”

BIODATA PENULIS



Vidia Dwi Kristanti lahir di Surabaya, 5 Juli 1998 merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis telah menempuh Pendidikan formal di TK Katolik Santo Yusup Tropodo, SD Katolik Santo Yusup Tropodo, SMP Katolik Santo Carolus Surabaya, dan SMAN 15 Surabaya. Setelah lulus dari SMAN 15 Surabaya pada tahun 2016, penulis melanjutkan ke jenjang yang lebih tinggi dengan menjadi mahasiswa

Diploma IV Teknik Infrastruktur Sipil Program Studi Teknologi Rekayasa Pengelolaan dan Pemeliharaan Bangunan Sipil (TRPPBS) Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember terdaftar dengan NRP 1011161013028. Selama menjadi mahasiswa, penulis pernah mengikuti beberapa kegiatan pelatihan, antara lain Pelatihan Spritual dan Kebangsaan 2016, Pelatihan LKMM PRA TD 2016, dan Pelatihan LKMW TD 2016. Penulis juga aktif mengikuti beberapa kegiatan kepanitian seperti *D,village 7th Edition* 2017 sebagai panitia *sub event gala dinner* dan *D'village 8th Edition* 2018 sebagai tim ahli *gala dinner*. Selain itu, penulis juga aktif pada beberapa kegiatan organisasi seperti KMK Inisiator periode 2017/2018 sebagai staff departemen SRD, LE-HMDS Ksatria periode 2017/2018 sebagai staff departemen EMM, dan LE-HMDS Katalisator periode 2018/2019 sebagai kepala departemen EMM. Penulis juga pernah mengikuti magang kerja di PT. PP (Persero) Tbk pada proyek pembangunan Gedung Apartemen Gunawangsa Gresik, Jawa Timur.

REKAPITULASI KONTROL TULANGAN HALF SLAB PRECAST

PENUMPUKAN HALF SLAB PRECAST

No.	TYPE	Dimensi				Fc'	Fy	Berat Jenis Beton	Rencana Jumlah Penumpukan	Berat Total Penumpukan	Balok Penumpu						Kontrol Penumpukan Half Slab Precast	Kontrol Penumpukan Half Slab Precast < Fc"	Kuat Tekan pada Half Slab Precast				$\sigma_c < \sigma_{ijin}$	
		Lx	Ly	Tebal	Selimut						Ukuran		Jumlah Balok	Luas Balok	Luas Total	Tegangan Ijin fc"	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²		
		m				Mpa	MPa	kg/m ³	kg	buah	kg	cm	cm	buah	cm ²	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²	kg	cm ²	kg/cm ²	kg/cm ²		
1	A1	1.875	4.175	0.070	0.020	24.9	240	2400	1315.125	10	13151.250	6	12	2	2400	4800	115.163	2.740	OK	13151.250	79593.750	0.165	161.875	OK
2	A2	2.000	4.175	0.070	0.020	24.9	240	2400	1402.800	10	14028	6	12	2	2400	4800	115.163	2.923	OK	14028	84900	0.165	161.875	OK
3	A3	1.275	3.475	0.070	0.020	24.9	240	2400	744.345	10	7443.450	6	12	2	2400	4800	115.163	1.551	OK	7443.450	45198.750	0.165	161.875	OK
4	A4	1.300	4.175	0.070	0.020	24.9	240	2400	911.820	10	9118.200	6	12	2	2400	4800	115.163	1.900	OK	9118.200	55185	0.165	161.875	OK
5	A5	2.625	4.025	0.070	0.020	24.9	240	2400	1775.025	10	17750.250	6	12	2	3600	7200	115.163	2.465	OK	17750.250	107493.750	0.165	161.875	OK
6	A6	1.275	2.225	0.070	0.020	24.9	240	2400	476.595	10	4765.950	6	12	2	2400	4800	115.163	0.993	OK	4765.950	29261.250	0.163	161.875	OK
7	A7	1.100	4.238	0.070	0.020	24.9	240	2400	783.182	10	7831.824	6	12	2	2400	4800	115.163	1.632	OK	7831.824	47388	0.165	161.875	OK
8	A8	1.275	2.225	0.070	0.020	24.9	240	2400	476.595	10	4765.950	6	12	2	2400	4800	115.163	0.993	OK	4765.950	29261.250	0.163	161.875	OK
9	A8A	1.275	2.225	0.070	0.020	24.9	240	2400	476.595	10	4765.950	6	12	2	2400	4800	115.163	0.993	OK	4765.950	29261.250	0.163	161.875	OK
10	A9	2.600	4.025	0.070	0.020	24.9	240	2400	1758.120	10	17581.200	6	12	2	3600	7200	115.163	2.442	OK	17581.200	106470	0.165	161.875	OK
11	A10	1.875	4.325	0.070	0.020	24.9	240	2400	1362.375	10	13623.750	6	12	2	2400	4800	115.163	2.838	OK	13623.750	82406.250	0.165	161.875	OK
12	A11	2.000	4.325	0.070	0.020	24.9	240	2400	1453.200	10	14532	6	12	2	2400	4800	115.163	3.028	OK	14532	87900	0.165	161.875	OK
13	A12	1.300	4.250	0.070	0.020	24.9	240	2400	928.200	10	9282	6	12	2	2400	4800	115.163	1.934	OK	9282	56160	0.165	161.875	OK
14	A13	2.000	4.250	0.070	0.020	24.9	240	2400	1428.000	10	14280	6	12	2	2400	4800	115.163	2.975	OK	14280	86400	0.165	161.875	OK
15	A14	1.875	4.250	0.070	0.020	24.9	240	2400	1338.750	10	13387.500	6	12	2	2400	4800	115.163	2.789	OK	13387.500	81000	0.165	161.875	OK
16	A15	2.175	4.025	0.070	0.020	24.9	240	2400	1470.735	10	14707.350	6	12	2	3600	7200	115.163	2.043	OK	14707.350	89066.250	0.165	161.875	OK
17	A16	1.100	4.194	0.070	0.020	24.9	240	2400	775.051	10	7750.512	6	12	2	2400	4800	115.163	1.615	OK	7750.512	46904.000	0.165	161.875	OK
18	A17	1.277	2.167	0.070	0.020	24.9	240	2400	464.900	10	4648.995	6	12	2	2400	4800	115.163	0.969	OK	4648.995	28566.490	0.163	161.875	OK
19	A18	1.277	2.282	0.070	0.020	24.9	240	2400	489.571	10	4895.712	6	12	2	2400	4800	115.163	1.020	OK	4895.712	30035.040	0.163	161.875	OK
20	A19	1.100	4.281	0.070	0.020	24.9	240	2400	791.129	10	7911.288	6	12	2	2400	4800	115.163	1.648	OK	7911.288	47861.000	0.165	161.875	OK
21	A20	2.685	4.025	0.070	0.020	24.9	240	2400	1815.597	10	18155.970	6	12	2	3600	7200	115.163	2.522	OK	18155.970	109950.750	0.165	161.875	OK
22	A21	1.275	2.225	0.070	0.020	24.9	240	2400	476.595	10	4765.950	6	12	2	2400	4800	115.163	0.993	OK	4765.950	29261.250	0.163	161.875	OK

KONDISI SAAT PENGANGKATAN

No.	TYPE	Dimensi				Fc'	Fy	Berat Jenis Beton	Pembebaan pada Half Slab Precast										m
		Lx	Ly	Tebal	Selimut				Beban Mati (DL)		Total (DL)	Beban Ultimate	Beban 1m Pias Half Slab Precast (qu)	Mx	Ø	dx	Rn		
					Berat Sendiri Half Slab Precast	Beban Kejut Saat Pengangkatan	kg/m ²		kg/m ²										
1	A1	1.875	4.175	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	554078.602	10	45	0.304	11.339	
2	A2	2.000	4.175	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	630418.320	10	45	0.346	11.339	
3	A3	1.275	3.475	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	213249.260	10	45	0.117	11.339	
4	A4	1.300	4.175	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	266351.740	10	45	0.146	11.339	
5	A5	2.625	4.025	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	1046976.308	10	45	0.574	11.339	
6	A6	1.275	2.225	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	136540.893	10	45	0.075	11.339	
7	A7	1.100	4.238	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	193579.194	10	45	0.106	11.339	
8	A8	1.275	2.225	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	136540.893	10	45	0.075	11.339	
9	A8A	1.275	2.225	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	136540.893	10	45	0.075	11.339	
10	A9	2.600	4.025	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	1027128.866	10	45	0.564	11.339	
11	A10	1.875	4.325	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	573985.617	10	45	0.315	11.339	
12	A11	2.000	4.325	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	653068.080	10	45	0.358	11.339	
13	A12	1.300	4.250	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	271136.502	10	45	0.149	11.339	
14	A13	2.000	4.250	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	641743.200	10	45	0.352	11.339	
15	A14	1.875	4.250	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	564032.109	10	45	0.309	11.339	
16	A15	2.175	4.025	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	718781.286	10	45	0.394	11.339	
17	A16	1.100	4.194	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	191569.405	10	45	0.105	11.339	
18	A17	1.277	2.167	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	133399.149	10	45	0.073	11.339	
19	A18	1.277	2.282	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	140478.477	10	45	0.077	11.339	
20	A19	1.100	4.281	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	195543.305	10	45	0.107	11.339	
21	A20	2.685	4.025	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	1095385.074	10	45	0.601	11.339	
22	A21	1.275	2.225	0.070	0.020	24.9	240	2400	168	84	252	352.8	352.8	136540.893	10	45	0.075	11.339	

Penulangan Half Slab Precast Arah X																										
ρ perlu	ρ min	ρ_b	ρ maks	$\rho \min < \rho$ perlu < maks	Apabila NOT OKAY	ρ pakai	Tulangan Utama Arah X										Kontrol Kapasitas Lentur									
							Tulangan		As	As Tulangan	Syarat		S Pakai	As Pakai	Tulangan Pakai		a	c	ε_t	ϕM_n	$\phi M_n >$ M_x	Vu	ϕV_c	1/2 ϕV_c	1/2 $\phi V_c >$ Vu	
							\varnothing	S			S \leq 3h atau 450				\varnothing	S										
							mm	mm			mm ²	mm ²			mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	kNm					
0.00128	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00166	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	3.14874	28.630	14.315	OK
0.00145	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00189	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	3.36924	28.630	14.315	OK
0.00049	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00064	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	2.09034	28.630	14.315	OK
0.00061	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00079	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	2.13444	28.630	14.315	OK
0.00243	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00243	0.00243	10	200	109.2165	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	4.47174	28.630	14.315	OK
0.00031	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00041	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	2.09034	28.630	14.315	OK
0.00044	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00058	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	1.78164	28.630	14.315	OK
0.00031	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00041	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	2.09034	28.630	14.315	OK
0.00031	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00041	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	2.09034	28.630	14.315	OK
0.00238	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00238	0.00238	10	200	107.1174	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	4.42764	28.630	14.315	OK
0.00132	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00172	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	3.14874	28.630	14.315	OK
0.00151	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00196	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	3.36924	28.630	14.315	OK
0.00062	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00081	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	2.13444	28.630	14.315	OK
0.00148	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00192	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	3.36924	28.630	14.315	OK
0.00130	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00169	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	3.14874	28.630	14.315	OK
0.00166	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00216	0.00216	10	200	97.04607	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	3.67794	28.630	14.315	OK
0.00044	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00057	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	1.78164	28.630	14.315	OK
0.00031	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00040	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	2.093868	28.630	14.315	OK
0.00032	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00042	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	2.093868	28.630	14.315	OK
0.00045	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00058	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	1.78164	28.630	14.315	OK
0.00254	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00254	0.00254	10	200	114.3412	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769135	3.817033	OK	4.57758	28.630	14.315	OK
0.00031	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00041	0.00200	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	20									

Penulangan Half Slab Precast Arah Y																															
My	Ø	dy	Rn	m	ρ perlu	ρ min	ρb	ρ maks	ρ min < ρ perlu < maks	Apabila NOT OKAY	ρ pakai	Tulangan Utama Arah Y										Kontrol Kapasitas Lentur									
												Tulangan		As	As Tulangan	Syarat		S Pakai	As Pakai	Tulangan Pakai		a	c	εt	φMn	φMn > My	Vu	φVc	1/2φVc	1/2φVc > Vu	
												Ø	S			S ≤ 3h atau 450				Ø	S										
Nmm	mm	mm	MPa									mm	mm	mm ²	mm ²	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	kNm	φMn > My	Vu	φVc	1/2φVc	1/2φVc > Vu		
1233748	10	35	1.119	11.339	0.00479	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00479	0.00479	10	200	167.753	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.24122	69.133	34.566	OK
1315998	10	35	1.194	11.339	0.00512	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00512	0.00512	10	200	179.281	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.24122	69.133	34.566	OK
581208.8	10	35	0.527	11.339	0.00222	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00222	0.00222	10	200	77.862	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	6.00642	69.133	34.566	OK
855398.9	10	35	0.776	11.339	0.00329	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00329	0.00329	10	200	115.302	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.24122	69.133	34.566	OK
1605364	10	35	1.456	11.339	0.00629	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00629	0.00629	10	200	220.205	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	6.97662	69.133	34.566	OK
238277.2	10	35	0.216	11.339	0.00091	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00118	0.00200	10	200	70	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	3.80142	69.133	34.566	OK
745807.8	10	35	0.676	11.339	0.00287	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00287	0.00287	10	200	100.281	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.352352	69.133	34.566	OK
238277.2	10	35	0.216	11.339	0.00091	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00118	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	3.80142	69.133	34.566	OK
238277.2	10	35	0.216	11.339	0.00091	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00118	0.00200	10	200	70	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	3.80142	69.133	34.566	OK
1590074	10	35	1.442	11.339	0.00623	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00623	0.00623	10	200	218.028	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	6.97662	69.133	34.566	OK
1323993	10	35	1.201	11.339	0.00515	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00515	0.00515	10	200	180.404	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.50582	69.133	34.566	OK
1412260	10	35	1.281	11.339	0.00551	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00551	0.00551	10	200	192.830	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.50582	69.133	34.566	OK
886407.8	10	35	0.804	11.339	0.00342	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00342	0.00342	10	200	119.566	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.37352	69.133	34.566	OK
1363704	10	35	1.237	11.339	0.00531	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00531	0.00531	10	200	185.988	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.37352	69.133	34.566	OK
1278473	10	35	1.160	11.339	0.00497	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00497	0.00497	10	200	174.016	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.37352	69.133	34.566	OK
1330158	10	35	1.206	11.339	0.00518	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00518	0.00518	10	200	181.270	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	6.97662	69.133	34.566	OK
730401.9	10	35	0.662	11.339	0.00281	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00281	0.00281	10	200	98.175	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	7.274736	69.133	34.566	OK
226371.1	10	35	0.205	11.339	0.00086	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00112	0.00200	10	200	70	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043	2.968803	OK	3.699108			

Arah yang Ditinjau		Kontrol Retak					Kontrol Tegangan Akibat Pengangkatan								Dimensi Angkur Pengangkatan				Kapasitas Crane				
		Fc"	Fr	I	Mcr	Momen Layan yang Bekerja		Lx/2	Ly/2	15t	Dipakai b	S	P	θ1	P1	σmax	σmax < Fr	P	Jumlah Angkur	d	Berat Total Half Slab Precast		
						Mx=My	Syarat																
M Max	Arah	MPa	MPa	mm ⁴	Nmm	Nmm		mm	mm	mm	mm	mm ³	N		N	MPa		Kg	bah	cm	mm	T	
1233748.353	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	395770.430	OK	OK	937.5	2087.5	1050	937.5	765625	3287.813	60	2847.329	0.116	OK	328.781	4	1	10	1.973
1315998.243	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	450298.800	OK	OK	1000	2087.5	1050	1000	816666.7	3507	60	3037.151	0.126	OK	350.700	4	1	10	2.104
581208.767	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	152320.900	OK	OK	637.5	1737.5	1050	637.5	520625	1860.863	60	1611.554	0.064	OK	186.086	4	1	10	1.117
855398.858	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	190251.243	OK	OK	650	2087.5	1050	650	530833.3	2279.55	60	1974.148	0.078	OK	227.955	4	1	10	1.368
1605363.673	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	747840.220	OK	OK	1312.5	2012.5	1050	1050	857500	4437.563	60	3843.042	0.189	OK	443.756	4	1	10	2.663
238277.245	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	97529.209	OK	OK	637.5	1112.5	1050	637.5	520625	1191.488	60	1031.858	0.041	OK	119.149	4	1	10	0.715
745807.839	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	138270.853	OK	OK	550	2119	1050	550	449166.7	1957.956	60	1695.64	0.069	OK	195.796	4	1	10	1.175
238277.245	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	97529.209	OK	OK	637.5	1112.5	1050	637.5	520625	1191.488	60	1031.858	0.041	OK	119.149	4	1	10	0.715
238277.245	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	97529.209	OK	OK	637.5	1112.5	1050	637.5	520625	1191.488	60	1031.858	0.041	OK	119.149	4	1	10	0.715
1590074.495	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	733663.476	OK	OK	1300	2012.5	1050	1050	857500	4395.3	60	3806.441	0.186	OK	439.530	4	1	10	2.637
1323993.490	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	409989.727	OK	OK	937.5	2162.5	1050	937.5	765625	3405.938	60	2949.628	0.120	OK	340.594	4	1	10	2.044
1412259.723	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	466477.200	OK	OK	1000	2162.5	1050	1000	816666.7	3633	60	3146.27	0.130	OK	363.300	4	1	10	2.180
886407.795	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	193668.930	OK	OK	650	2125	1050	650	530833.3	2320.5	60	2009.612	0.080	OK	232.050	4	1	10	1.392
1363704.300	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	458388.000	OK	OK	1000	2125	1050	1000	816666.7	3570	60	3091.711	0.128	OK	357.000	4	1	10	2.142
1278472.781	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	402880.078	OK	OK	937.5	2125	1050	937.5	765625	3346.875	60	2898.479	0.118	OK	334.688	4	1	10	2.008
1330158.472	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	513415.204	OK	OK	1087.5	2012.5	1050	1050	857500	3676.838	60	3184.235	0.137	OK	367.684	4	1	10	2.206
730401.895	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	136835.289	OK	OK	550	2097	1050	550	449166.7	1937.628	60	1678.035	0.069	OK	193.763	4	1	10	1.163
226371.148	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	95285.107	OK	OK	638.5	1083.5	1050	638.5	521441.7	1162.249	60	1006.537	0.040	OK	116.225	4	1	10	0.697
251035.148	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	100341.769	OK	OK	638.5	1141	1050	638.5	521441.7	1223.928	60	1059.953	0.042	OK	122.393	4	1	10	0.734
761018.992	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	139673.790	OK	OK	550	2140.5	1050	550	449166.7	1977.822	60	1712.844	0.070	OK	197.782	4	1	10	1.187
1642057.700	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	782417.910	OK	OK	1342.5	2012.5	1050	1050	857500	4538.993	60	3930.883	0.197	OK	453.899	4	1	10	2.723
238277.245	Y	11.454	2.098	28583333.3	11448516.8	97529.209	OK	OK	637.5	1112.5	1050	637.5	520625	1191.488	60	1031.858	0.041	OK	119.149	4	1	10	0.715

Kontrol Lendutan																						
MDL		Ma = MDL	Ig	Mcr	Mencari nilai X						Icr	Ie	Ie ≤ Ig	Dipakai Ie	Ec	(Δi)DL	L/240	(Δi)DL ≤ L/240				
					Persamaan			X ²	X	n												
					mm	mm	mm			mm ⁴	mm ⁴											
1.372662	1372661.719	1372661.719	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	55171896.68	NOT OK	55171896.68	15906.57	11.360	17.3958333	OK				
1.372662	1372661.719	1372661.719	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	55171896.68	NOT OK	55171896.68	15906.57	11.360	17.3958333	OK				
0.950955	950955.4688	950955.4688	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	164997051.67	NOT OK	164997051.67	15906.57	1.823	14.4791667	OK				
1.372662	1372661.719	1372661.719	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	55171896.68	NOT OK	55171896.68	15906.57	11.360	17.3958333	OK				
1.275799	1275799.219	1275799.219	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	68602340.79	NOT OK	68602340.79	15906.57	7.892	16.7708333	OK				
0.389862	389861.7188	389861.7188	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	2388268237.61	NOT OK	2388268237.61	15906.57	0.021	9.27083333	OK				
1.414401	1414400.715	1414400.715	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	50470234.52	NOT OK	50470234.52	15906.57	13.185	17.6583333	OK				
0.389862	389861.7188	389861.7188	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	2388268237.61	NOT OK	2388268237.61	15906.57	0.021	9.27083333	OK				
0.389862	389861.7188	389861.7188	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	2388268237.61	NOT OK	2388268237.61	15906.57	0.021	9.27083333	OK				
1.275799	1275799.219	1275799.219	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	68602340.79	NOT OK	68602340.79	15906.57	7.892	16.7708333	OK				
1.473068	1473067.969	1473067.969	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	44730446.59	NOT OK	44730446.59	15906.57	16.136	18.0208333	OK				
1.473068	1473067.969	1473067.969	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	44730446.59	NOT OK	44730446.59	15906.57	16.136	18.0208333	OK				
1.422422	1422421.875	1422421.875	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	49629049.47	NOT OK	49629049.47	15906.57	13.561	17.7083333	OK				
1.422422	1422421.875	1422421.875	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	49629049.47	NOT OK	49629049.47	15906.57	13.561	17.7083333	OK				
1.422422	1422421.875	1422421.875	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	49629049.47	NOT OK	49629049.47	15906.57	13.561	17.7083333	OK				
1.275799	1275799.219	1275799.219	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	68602340.79	NOT OK	68602340.79	15906.57	7.892	16.7708333	OK				
1.385184	1385183.835	1385183.835	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	53701619.18	NOT OK	53701619.18	15906.57	11.885	17.475	OK				
0.369801	369801.2588	369801.2588	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	2798319674.34	NOT OK	2798319674.34	15906.57	0.016	9.02916667	OK				
0.410093	410092.515	410092.515	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	2052027712.47	NOT OK	2052027712.47	15906.57	0.027	9.50833333	OK				
1.443248	1443248.179	1443248.179	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	47531291.32	NOT OK	47531291.32	15906.57	14.577	17.8375	OK				
1.275799	1275799.219	1275799.219	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	68602340.79	NOT OK	68602340.79	15906.57	7.892	16.7708333	OK				
0.389862	389861.7188	389861.7188	28583333.33	1713622	500	471.2389	16493.361	5.291	-6.234	5.291	465300.367	2388268237.61	NOT OK	2388268237.61	15906.57	0.021	9.27083333	OK				

KONDISI SEBELUM KOMPOSIT

No.	TYPE	Dimensi					Fc'	Fy	Berat Jenis Beton	Pembebaan pada Half Slab Precast										
		Lx	Ly	Tebal PreCast	Tebal Overtopping	Selimut				Beban Mati (DL)		Total (DL)	Beban Hidup (LL)	Beban Ultimate	Beban 1m Pias Half Slab Precast (qu)	Mx	Ø	dx	Rn	
		m					Mpa	MPa	kg/m ³	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	Nmm	mm	mm	MPa		
1	A1	1.875	4.175	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	400737.375	10	45	0.220	
2	A2	2.000	4.175	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	455950.080	10	45	0.250	
3	A3	1.275	3.475	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	154232.537	10	45	0.085	
4	A4	1.300	4.175	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	192638.909	10	45	0.106	
5	A5	2.625	4.025	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	757225.665	10	45	0.415	
6	A6	1.275	2.225	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	98753.207	10	45	0.054	
7	A7	1.100	4.238	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	140006.161	10	45	0.077	
8	A8	1.275	2.225	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	98753.207	10	45	0.054	
9	A8A	1.275	2.225	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	98753.207	10	45	0.054	
10	A9	2.600	4.025	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	742871.002	10	45	0.408	
11	A10	1.875	4.325	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	415135.125	10	45	0.228	
12	A11	2.000	4.325	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	472331.520	10	45	0.259	
13	A12	1.300	4.250	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	196099.488	10	45	0.108	
14	A13	2.000	4.250	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	464140.800	10	45	0.255	
15	A14	1.875	4.250	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	407936.250	10	45	0.224	
16	A15	2.175	4.025	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	519858.599	10	45	0.285	
17	A16	1.100	4.194	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	138552.581	10	45	0.076	
18	A17	1.277	2.167	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	96480.941	10	45	0.053	
19	A18	1.277	2.282	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	101601.065	10	45	0.056	
20	A19	1.100	4.281	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	141426.705	10	45	0.078	
21	A20	2.685	4.025	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	792237.307	10	45	0.435	
22	A21	1.275	2.225	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	168	120	288	100	505.6	505.6	98753.207	10	45	0.054	

Penulangan Half Slab Precast Arah X																																		
m	ρ perlu	ρ min	ρ_b	ρ maks	$\rho \min < \rho$ perlu < maks	Apabila NOT OKAY	ρ pakai	Tulangan Utama Arah X										Kontrol Kapasitas Lentur						Tulangan Susut										
								Tulangan		As	As Tulangan	Syarat			S Pakai	As Pakai	Tulangan Utama		a	c	ε_u	ϕM_n	$\phi M_n > M_x$	ρ min	Ash	\varnothing	As Tulangan	Syarat			S Pakai	As Pakai	Tulangan Susut	
								mm	mm			mm ²	mm ²	mm			mm	mm	mm	mm			kNm					mm ²	mm	mm ²	mm	mm	mm	
11.339	0.00092	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.001197	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00105	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.001363	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00035	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.000459	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00044	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.000574	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00175	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.002273	0.0023	10	200	102.289	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00023	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.000294	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00032	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.000417	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00023	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.000294	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00023	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.000294	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00172	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00223	0.0022	10	200	100.331	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00095	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.001241	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00109	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.001413	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00045	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.000584	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00107	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.001388	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00094	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.001219	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00120	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.001556	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200
11.339	0.00032	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.000413	0.0020	10	200	90	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.022769	3.817033	OK	0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200

Penulangan Half Slab Precast Arah Y																																				
Momen Tumpuan	ϵ_a	ϕM_n	Momen Tumpuan yang Berada di Atas Perancah			Kontrol Persyaratan Geser			Tulangan Utama Arah Y						Kontrol Kapasitas Lentur																					
			Tulangan Utama		V _u	ϕV_c	1/2 $\phi V_c > V_u$	My	O	d _y	R _n	m	ρ perlu	ρ_{min}	ρ_b	ρ_{maks}	$\rho_{min} < \rho_{perlu < maks}$	Apabila NOT OKAY	ρ pakai	Tulangan		As	As Tulangan	Syarat		S Pakai	As Pakai	Tulangan Utama		a	c	ϵ_a	ϕM_n	$\phi M_n > My$		
			kNm	kNm	mm	mm	mm	Nmm	mm	mm	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm						
			kNm	kNm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	MPa	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm						
0.555469	0.022769	3.817033	OK	10	200	4.512	28.630	14.31503375	OK	446154.3	10	35	0.405	11.339	0.00170	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.002213	0.00221	10	200	77.467	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.632	0.022769	3.817033	OK	10	200	4.828	28.630	14.31503375	OK	475897.9	10	35	0.432	11.339	0.00182	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.002362	0.00236	10	200	82.686	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.256849	0.022769	3.817033	OK	10	200	2.996	28.630	14.31503375	OK	210179.6	10	35	0.191	11.339	0.00080	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.001037	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.26702	0.022769	3.817033	OK	10	200	3.059	28.630	14.31503375	OK	309333.6	10	35	0.281	11.339	0.00118	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00153	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
1.088719	0.022769	3.817033	OK	10	200	6.408	28.630	14.31503375	OK	580539.7	10	35	0.527	11.339	0.00222	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00222	0.00222	10	200	77.771	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.256849	0.022769	3.817033	OK	10	200	2.996	28.630	14.31503375	OK	86167.01	10	35	0.078	11.339	0.00033	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.000424	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.19118	0.022769	3.817033	OK	10	200	2.553	28.630	14.31503375	OK	269702.8	10	35	0.245	11.339	0.00103	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.001333	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.256849	0.022769	3.817033	OK	10	200	2.996	28.630	14.31503375	OK	86167.01	10	35	0.078	11.339	0.00033	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.000424	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.256849	0.022769	3.817033	OK	10	200	2.996	28.630	14.31503375	OK	86167.01	10	35	0.078	11.339	0.00033	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.000424	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
1.06808	0.022769	3.817033	OK	10	200	6.345	28.630	14.31503375	OK	575010.7	10	35	0.522	11.339	0.00220	0.002	0.0535	0.0402	OK	0.00220	0.00220	10	200	77.021	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.555469	0.022769	3.817033	OK	10	200	4.512	28.630	14.31503375	OK	478789.2	10	35	0.434	11.339	0.00183	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.002377	0.00238	10	200	83.194	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.632	0.022769	3.817033	OK	10	200	4.828	28.630	14.31503375	OK	510708.5	10	35	0.463	11.339	0.00195	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.002537	0.00254	10	200	88.803	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.26702	0.022769	3.817033	OK	10	200	3.059	28.630	14.31503375	OK	320547.2	10	35	0.291	11.339	0.00122	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.001586	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.632	0.022769	3.817033	OK	10	200	4.828	28.630	14.31503375	OK	493149.6	10	35	0.447	11.339	0.00188	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.002449	0.00245	10	200	85.716	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.555469	0.022769	3.817033	OK	10	200	4.512	28.630	14.31503375	OK	462327.8	10	35	0.419	11.339	0.00176	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.002294	0.00229	10	200	80.304	78.540	200	210	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.017043 2.968803	OK
0.747439	0.022769	3.817033	OK	10	200	5.271	28.630	14.31503375	OK	481018.6	10	35	0.436	11.339	0.00184	0.002	0.0535	0.0402	NOT OK	0.00184	0.00200	10	200	70.000	78.540	200	210	450	200	392.						

ρ min	Tulangan Susut										Momen Tumpuan yang Berada di Atas Perancah										Kontrol Retak										
	Ash	Ø	As Tulangan	Syarat				S Pakai	As Pakai	Tulangan Susut				Momen Tumpuan	εt	φMn > Momen Tumpuan	Tulangan Utama		Vu	φVc	1/2φVc	1/2φVc > Vu	Arah yang Ditinjau		Fc"	Fr	I	Momen Layang yang Bekerja			
				S ≤ 5h atau 450		mm	mm ²			mm	mm ²	mm	mm				Ø	S								M	σ	σ < Fr	Mcr	Mcr ≥ Mx	
	mm ²	mm	mm ²	mm				mm	mm ²	mm	mm ²	mm	mm	kNm			mm	mm	kN	kN	kN	1/2φVc > Vu	MPa	MPa		mm ⁴	Nmm	MPa			
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.7540	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.377	22.268	11.13392	OK	446154.278	Y	11.454	2.098	28583333	1255005.000	0.230	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.7540	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.377	22.268	11.13392	OK	475897.896	Y	11.454	2.098	28583333	1255005.000	0.230	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	1.9079	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	8.608	22.268	11.13392	OK	210179.634	Y	11.454	2.098	28583333	869445.000	0.159	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.7540	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.377	22.268	11.13392	OK	309333.632	Y	11.454	2.098	28583333	1255005.000	0.230	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.5597	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	9.998	22.268	11.13392	OK	757225.665	X	11.454	2.098	28583333	496125.000	0.091	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	0.7822	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	5.448	22.268	11.13392	OK	98753.207	X	11.454	2.098	28583333	117045.000	0.021	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.8378	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.537	22.268	11.13392	OK	269702.778	Y	11.454	2.098	28583333	1293166.368	0.237	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	0.7822	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	5.448	22.268	11.13392	OK	98753.207	X	11.454	2.098	28583333	117045.000	0.021	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	0.7822	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	5.448	22.268	11.13392	OK	98753.207	X	11.454	2.098	28583333	117045.000	0.021	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.5597	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	9.998	22.268	11.13392	OK	742871.002	X	11.454	2.098	28583333	486720.000	0.089	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.9555	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.757	22.268	11.13392	OK	478789.178	Y	11.454	2.098	28583333	1346805.000	0.247	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.9555	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.757	22.268	11.13392	OK	510708.456	Y	11.454	2.098	28583333	1346805.000	0.247	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.8539	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.567	22.268	11.13392	OK	320547.240	Y	11.454	2.098	28583333	1300500.000	0.238	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.8539	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.567	22.268	11.13392	OK	493149.600	Y	11.454	2.098	28583333	1300500.000	0.238	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.8539	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.567	22.268	11.13392	OK	462327.750	Y	11.454	2.098	28583333	1300500.000	0.238	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.5597	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	9.998	22.268	11.13392	OK	519858.599	X	11.454	2.098	28583333	340605.000	0.062	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	2.7792	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	10.425	22.268	11.13392	OK	264131.603	Y	11.454	2.098	28583333	1266453.792	0.232	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	0.7420	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	5.301	22.268	11.13392	OK	96480.941	X	11.454	2.098	28583333	117412.488	0.022	OK	11448517	OK	
0.002	140	10	78.540	200	350	450	200	392.699	10	200	0.8228	0.017042661	2.96880283	OK	10	200	5.592	22.268	11.13392	OK	101601.065	X	11.45								

Kontrol Lendutan																						
MDL		Ma = MDL	Ig	Mcr	Mencari nilai X						Icr	Ie	Ie ≤ Ig	Dipakai Ie	Ec	(Δi)DL	L/240	(Δi)DL ≤ L/240				
					Persamaan			X1	X2	Dipakai X												
					x ²	x	n		mm	mm		mm ⁴	mm ⁴									
1.255005	1255005	1255005	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	72045662.82	NOT OK	72045662.82	15906.57	9.942	17.39583	OK				
1.255005	1255005	1255005	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	72045662.82	NOT OK	72045662.82	15906.57	9.942	17.39583	OK				
0.869445	869445	869445	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	215745416.25	NOT OK	215745416.25	15906.57	1.593	14.47917	OK				
1.255005	1255005	1255005	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	72045662.82	NOT OK	72045662.82	15906.57	9.942	17.39583	OK				
0.496125	496125	496125	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173137.7	1170874743.44	NOT OK	1170874743.44	15906.57	0.096	10.9375	OK				
0.117045	117045	117045	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173199.7	89158108783.18	NOT OK	89158108783.18	15906.57	0.000	5.3125	OK				
1.293166	1293166.37	1293166.37	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	65893814.52	NOT OK	65893814.52	15906.57	11.541	17.65833	OK				
0.117045	117045	117045	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173199.7	89158108783.18	NOT OK	89158108783.18	15906.57	0.000	5.3125	OK				
0.117045	117045	117045	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173199.7	89158108783.18	NOT OK	89158108783.18	15906.57	0.000	5.3125	OK				
0.48672	486720	486720	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173138.4	1240059725.64	NOT OK	1240059725.64	15906.57	0.087	10.83333	OK				
1.346805	1346805	1346805	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	58383639.73	NOT OK	58383639.73	15906.57	14.129	18.02083	OK				
1.346805	1346805	1346805	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	58383639.73	NOT OK	58383639.73	15906.57	14.129	18.02083	OK				
1.3005	1300500	1300500	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	64793173.38	NOT OK	64793173.38	15906.57	11.871	17.70833	OK				
1.3005	1300500	1300500	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	64793173.38	NOT OK	64793173.38	15906.57	11.871	17.70833	OK				
1.3005	1300500	1300500	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	64793173.38	NOT OK	64793173.38	15906.57	11.871	17.70833	OK				
0.340605	340605	340605	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173150.3	3618154304.15	NOT OK	3618154304.15	15906.57	0.015	9.0625	OK				
1.266454	1266454	1266453.79	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	70121891.22	NOT OK	70121891.22	15906.57	10.402	17.475	OK				
0.117412	117412.5	117412.488	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173200.2	88323561415.69	NOT OK	88323561415.69	15906.57	0.000	5.320833	OK				
0.117412	117412.5	117412.488	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173199.1	88323564855.40	NOT OK	88323564855.40	15906.57	0.000	5.320833	OK				
1.319541	1319541	1319541.19	28583333	1713622	500	471.238898	16493.36	5.291	-6.234	5.291	465300.4	62048380.26	NOT OK	62048380.26	15906.57	12.762	17.8375	OK				
0.519064	519064.2	519064.2	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173136	1022421315.98	NOT OK	1022421315.98	15906.57	0.120	11.1875	OK				
0.117045	117045	117045	28583333	1713622	500	471.238898	21205.75	6.058	-7.001	6.058	173199.7	89158108783.18	NOT OK	89158108783.18	15906.57	0.000	5.3125	OK				

KONDISI SETELAH KOMPOSIT

No.	TYPE	Dimensi					Fc'	Fy	Berat Jenis Beton	Pembebatan pada Half Slab Precast											
										Beban Mati (DL)					Total (DL)	Beban Hidup (LL)	Beban Ultimate	Beban 1m Pias Half Slab Precast (qu)			
		Lx	Ly	Tebal Precast	Tebal Overtopping	Selimut				Berat Sendiri Half Slab Precast	Beban Spesi	Beban Ubin	Plafond + Penggantung	Ducting AC + Pipa							
		m					Mpa	MPa	kg/m ³	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²	kg/m ²				
1	A1	1.875	4.175	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
2	A2	2.000	4.175	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
3	A3	1.275	3.475	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
4	A4	1.300	4.175	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
5	A5	2.625	4.025	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
6	A6	1.275	2.225	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
7	A7	1.100	4.238	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
8	A8	1.275	2.225	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
9	A8A	1.275	2.225	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
10	A9	2.600	4.025	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
11	A10	1.875	4.325	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
12	A11	2.000	4.325	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
13	A12	1.300	4.250	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
14	A13	2.000	4.250	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
15	A14	1.875	4.250	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
16	A15	2.175	4.025	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
17	A16	1.100	4.194	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
18	A17	1.277	2.167	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
19	A18	1.277	2.282	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
20	A19	1.100	4.281	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
21	A20	2.685	4.025	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			
22	A21	1.275	2.225	0.070	0.050	0.020	24.9	240	2400	288	48	48	18	16	418	250	901.6	901.6			

Penulangan Half Slab Precast Arah X

Ly/Lx	Mx	\emptyset	dx	Rn	m	ρ perlu	ρ min	ρ_b	ρ maks	$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{maks}}$	Apabila NOT OKAY	ρ pakai	Tulangan Utama Arah X											
													Tulangan		As	$\text{As}_{\text{Tulangan}}$	Syarat		S Pakai	As Pakai	Tulangan Utama			
													\emptyset	S			$S \leq 3h \text{ atau } 450$				\emptyset	S		
m	Nmm	mm	mm	MPa										mm	mm	mm^2	mm^2	mm	mm	mm	mm^2	mm	mm	
2.2	1965206.250	10	95	0.242	11.339	0.00101	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00132	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
2.1	2235968.000	10	95	0.275	11.339	0.00115	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00150	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
2.7	923368.005	10	95	0.114	11.339	0.00047	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00062	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
3.2	959933.520	10	95	0.118	11.339	0.00049	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00064	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.5	3479049.000	10	95	0.428	11.339	0.00180	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00234	0.0023	10	200	222.684	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.7	864741.465	10	95	0.106	11.339	0.00044	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00058	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
3.9	687289.680	10	95	0.085	11.339	0.00035	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00046	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.7	864741.465	10	95	0.106	11.339	0.00044	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00058	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.7	864741.465	10	95	0.106	11.339	0.00044	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00058	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.5	3413096.960	10	95	0.420	11.339	0.00177	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00230	0.0023	10	200	218.420	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
2.3	1996903.125	10	95	0.246	11.339	0.00103	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00134	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
2.2	2235968.000	10	95	0.275	11.339	0.00115	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00150	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
3.3	959933.520	10	95	0.118	11.339	0.00049	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00064	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
2.1	2235968.000	10	95	0.275	11.339	0.00115	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00150	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
2.3	1996903.125	10	95	0.246	11.339	0.00103	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00134	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.9	2601730.215	10	95	0.320	11.339	0.00134	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00175	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
3.8	687289.680	10	95	0.085	11.339	0.00035	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00046	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.7	867456.507	10	95	0.107	11.339	0.00045	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00058	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.8	882159.160	10	95	0.109	11.339	0.00045	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00059	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
3.9	687289.680	10	95	0.085	11.339	0.00035	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00046	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.5	3639908.866	10	95	0.448	11.339	0.00189	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00245	0.0025	10	200	233.093	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	
1.7	864741.465	10	95	0.106	11.339	0.00044	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00058	0.0020	10	200	190	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	

Kontrol Kapasitas Penampang						Tulangan Susut										Kontrol Persyaratan Geser					Ly/Lx	My	$\bar{\theta}$	dy	Rn	
a	c	ϵ_t	ϕM_n	$\phi M_n > M_x$	ρ_{min}	Ash	$\bar{\theta}$	As Tulangan	Syarat		S Pakai	As Pakai	Tulangan Susut		Vu	ϕV_c	$1/2\phi V_c$	$1/2\phi V_c > Vu$								
									$S \leq 5h \text{ atau } 450$				mm	mm^2	mm	mm^2	mm	mm^2								
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	7.596	60.441	30.22063	OK	2.2	1077693.750	10	85	0.166		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	8.159	60.441	30.22063	OK	2.1	1226176.000	10	85	0.189		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.891	60.441	30.22063	OK	2.7	556952.130	10	85	0.086		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	5.004	60.441	30.22063	OK	3.2	579007.520	10	85	0.089		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	10.977	60.441	30.22063	OK	1.5	2298657.375	10	85	0.354		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.891	60.441	30.22063	OK	1.7	527638.860	10	85	0.081		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.102	60.441	30.22063	OK	3.9	414555.680	10	85	0.064		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.891	60.441	30.22063	OK	1.7	527638.860	10	85	0.081		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.891	60.441	30.22063	OK	1.7	527638.860	10	85	0.081		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.891	60.441	30.22063	OK	1.7	527638.860	10	85	0.081		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	10.864	60.441	30.22063	OK	1.5	2255081.920	10	85	0.347		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	7.596	60.441	30.22063	OK	2.3	1077693.750	10	85	0.166		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	8.159	60.441	30.22063	OK	2.2	1226176.000	10	85	0.189		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	5.004	60.441	30.22063	OK	3.3	579007.520	10	85	0.089		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	8.159	60.441	30.22063	OK	2.1	1226176.000	10	85	0.189		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	7.596	60.441	30.22063	OK	2.3	1077693.750	10	85	0.166		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	8.948	60.441	30.22063	OK	1.9	1492796.025	10	85	0.230		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.102	60.441	30.22063	OK	3.8	414555.680	10	85	0.064		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.900	60.441	30.22063	OK	1.7	529295.496	10	85	0.081		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.900	60.441	30.22063	OK	1.8	514592.843	10	85	0.079		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.102	60.441	30.22063	OK	3.9	414555.680	10	85	0.064		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	11.247	60.441	30.22063	OK	1.5	2404939.786	10	85	0.370		
4.453	5.239	0.051402	8.058183	OK	0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	4.891	60.441	30.22063	OK	1.7	527638.860	10	85	0.081		

Penulangan Half Slab Precast Arah Y

m	ρ perlu	ρ min	ρ_b	ρ maks	ρ min < ρ perlu < maks	Apabila NOT OKAY	ρ pakai	Tulangan Utama Arah Y										Kontrol Kapasitas Penampang					
								Tulangan		As	As Tulangan	Syarat			S Pakai	As Pakai	Tulangan Utama		a	c	ϵ_t	ϕM_n	$\phi M_n > M_x$
								\emptyset	S			$S \leq 3h$ atau 450					mm	mm^2					
								mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	mm ²	mm	mm	mm	mm	mm	kNm	
11.339	0.00069	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00090	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00079	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00103	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00036	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00046	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00037	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00048	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00149	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00193	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00034	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00044	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00027	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00035	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00034	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00044	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00034	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00044	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00146	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00189	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00069	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00090	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00079	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00103	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00037	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00048	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00079	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00103	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00069	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00090	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00096	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00125	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00027	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00035	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00034	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00044	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00033	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00043	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00027	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00035	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00155	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00202	0.0020	10	200	171.799	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK
11.339	0.00034	0.002	0.0535	0.040157	NOT OK	0.00044	0.0020	10	200	170	78.540	200	360	450	200	392.699	10	200	4.453	5.239	0.045675	7.209953	OK

Tulangan Susut												Kontrol Persyaratan Geser				Kontrol Retak								
ρ_{min}	Ash	\emptyset	As Tulangan	Syarat		S Pakai	As Pakai	Tulangan Susut		Vu	ϕV_c	$1/2\phi V_c$	$1/2\phi V_c > Vu$	Arah yang Ditinjau		MPa	MPa	mm^4	Nmm	MPa	Momen Layan yang Bekerja			
				$S \leq 5h$ atau 450				\emptyset	S															
				mm ²	mm	mm ²		mm	mm ²	mm	mm	mm	mm											
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.055	54.079	27.0395082	OK	1965206.250	X	17.43	2.588	144000000	733886.719	0.027	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.055	54.079	27.0395082	OK	2235968.000	X	17.43	2.588	144000000	835000.000	0.030	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	14.899	54.079	27.0395082	OK	923368.005	X	17.43	2.588	144000000	339349.219	0.012	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.055	54.079	27.0395082	OK	959933.520	X	17.43	2.588	144000000	352787.500	0.013	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	17.378	54.079	27.0395082	OK	3479049.000	X	17.43	2.588	144000000	#####	0.052	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	9.264	54.079	27.0395082	OK	864741.465	X	17.43	2.588	144000000	339349.219	0.012	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.339	54.079	27.0395082	OK	687289.680	X	17.43	2.588	144000000	252587.500	0.009	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	9.264	54.079	27.0395082	OK	864741.465	X	17.43	2.588	144000000	339349.219	0.012	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	9.264	54.079	27.0395082	OK	864741.465	X	17.43	2.588	144000000	339349.219	0.012	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	17.378	54.079	27.0395082	OK	3413096.960	X	17.43	2.588	144000000	#####	0.051	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.731	54.079	27.0395082	OK	1996903.125	X	17.43	2.588	144000000	733886.719	0.027	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.731	54.079	27.0395082	OK	2235968.000	X	17.43	2.588	144000000	835000.000	0.030	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.393	54.079	27.0395082	OK	959933.520	X	17.43	2.588	144000000	352787.500	0.013	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.393	54.079	27.0395082	OK	2235968.000	X	17.43	2.588	144000000	835000.000	0.030	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.393	54.079	27.0395082	OK	1996903.125	X	17.43	2.588	144000000	733886.719	0.027	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	17.378	54.079	27.0395082	OK	2601730.215	X	17.43	2.588	144000000	987517.969	0.036	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.140	54.079	27.0395082	OK	687289.680	X	17.43	2.588	144000000	252587.500	0.009	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	9.002	54.079	27.0395082	OK	867456.507	X	17.43	2.588	144000000	340414.679	0.012	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	9.521	54.079	27.0395082	OK	882159.160	X	17.43	2.588	144000000	340414.679	0.012	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	18.532	54.079	27.0395082	OK	687289.680	X	17.43	2.588	144000000	252587.500	0.009	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	17.378	54.079	27.0395082	OK	3639908.866	X	17.43	2.588	144000000	#####	0.055	OK	71149023.9	OK
0.002	240	10	78.540	200	600	450	200	392.699	10	200	9.264	54.079	27.0395082	OK	864741.465	X	17.43	2.588	144000000	339349.219	0.012	OK	71149023.9	OK

MDL		MLL		Ma = MDL	Ig	Mcr	Kontrol Lendutan									Ie ≤ Ig	Dipakai Ie	Ec	(Δi)DL	L/240	(Δi)DL ≤ L/240			
							Mencari nilai X						Icr	Ie										
							Persamaan			X1	X2	Dipakai X		mm	mm	mm	mm ⁴	mm ⁴						
kNm	Nmm	kNm	Nmm	Nmm	mm ⁴	Nmm	x ²	x	n															
0.459229	459228.5156	0.274658	274658.2031	733886.719	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	85085769979.42	NOT OK	85085769979.42	19622.15	0.001	7.8125	OK				
0.5225	522500	0.3125	312500	835000	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	57768832528.98	NOT OK	57768832528.98	19622.15	0.001	8.333333	OK				
0.212347	212347.2656	0.127002	127001.9531	339349.219	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	860570210188.47	NOT OK	860570210188.47	19622.15	0.000	5.3125	OK				
0.220756	220756.25	0.132031	132031.25	352787.5	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	765927275652.18	NOT OK	765927275652.18	19622.15	0.000	5.416667	OK				
0.900088	900087.8906	0.53833	538330.0781	1438417.97	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	11303500499.40	NOT OK	11303500499.40	19622.15	0.019	10.9375	OK				
0.212347	212347.2656	0.127002	127001.9531	339349.219	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	860570210188.47	NOT OK	860570210188.47	19622.15	0.000	5.3125	OK				
0.158056	158056.25	0.094531	94531.25	252587.5	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	#####	NOT OK	#####	19622.15	0.000	4.583333	OK				
0.212347	212347.2656	0.127002	127001.9531	339349.219	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	860570210188.47	NOT OK	860570210188.47	19622.15	0.000	5.3125	OK				
0.212347	212347.2656	0.127002	127001.9531	339349.219	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	860570210188.47	NOT OK	860570210188.47	19622.15	0.000	5.3125	OK				
0.883025	883025	0.528125	528125	1411150	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	11971283710.46	NOT OK	11971283710.46	19622.15	0.017	10.83333	OK				
0.459229	459228.5156	0.274658	274658.2031	733886.719	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	85085769979.42	NOT OK	85085769979.42	19622.15	0.001	7.8125	OK				
0.5225	522500	0.3125	312500	835000	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	57768832528.98	NOT OK	57768832528.98	19622.15	0.001	8.333333	OK				
0.220756	220756.25	0.132031	132031.25	352787.5	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	765927275652.18	NOT OK	765927275652.18	19622.15	0.000	5.416667	OK				
0.5225	522500	0.3125	312500	835000	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	57768832528.98	NOT OK	57768832528.98	19622.15	0.001	8.333333	OK				
0.459229	459228.5156	0.274658	274658.2031	733886.719	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	85085769979.42	NOT OK	85085769979.42	19622.15	0.001	7.8125	OK				
0.617938	617937.8906	0.36958	369580.0781	987517.969	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	34924993308.48	NOT OK	34924993308.48	19622.15	0.003	9.0625	OK				
0.158056	158056.25	0.094531	94531.25	252587.5	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	#####	NOT OK	#####	19622.15	0.000	4.583333	OK				
0.213014	213013.9756	0.127401	127400.7031	340414.679	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	852515043157.79	NOT OK	852515043157.79	19622.15	0.000	5.320833	OK				
0.213014	213013.9756	0.127401	127400.7031	340414.679	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	852515043157.79	NOT OK	852515043157.79	19622.15	0.000	5.320833	OK				
0.158056	158056.25	0.094531	94531.25	252587.5	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	#####	NOT OK	#####	19622.15	0.000	4.583333	OK				
0.941705	941705.0156	0.563221	563220.7031	1504925.72	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	9870607119.88	NOT OK	9870607119.88	19622.15	0.023	11.1875	OK				
0.212347	212347.2656	0.127002	127001.9531	339349.219	144000000	6212289	500	471.2389	44767.7	9.003	-9.945	9.003	3728283	860570210188.47	NOT OK	860570210188.47	19622.15	0.000	5.3125	OK				

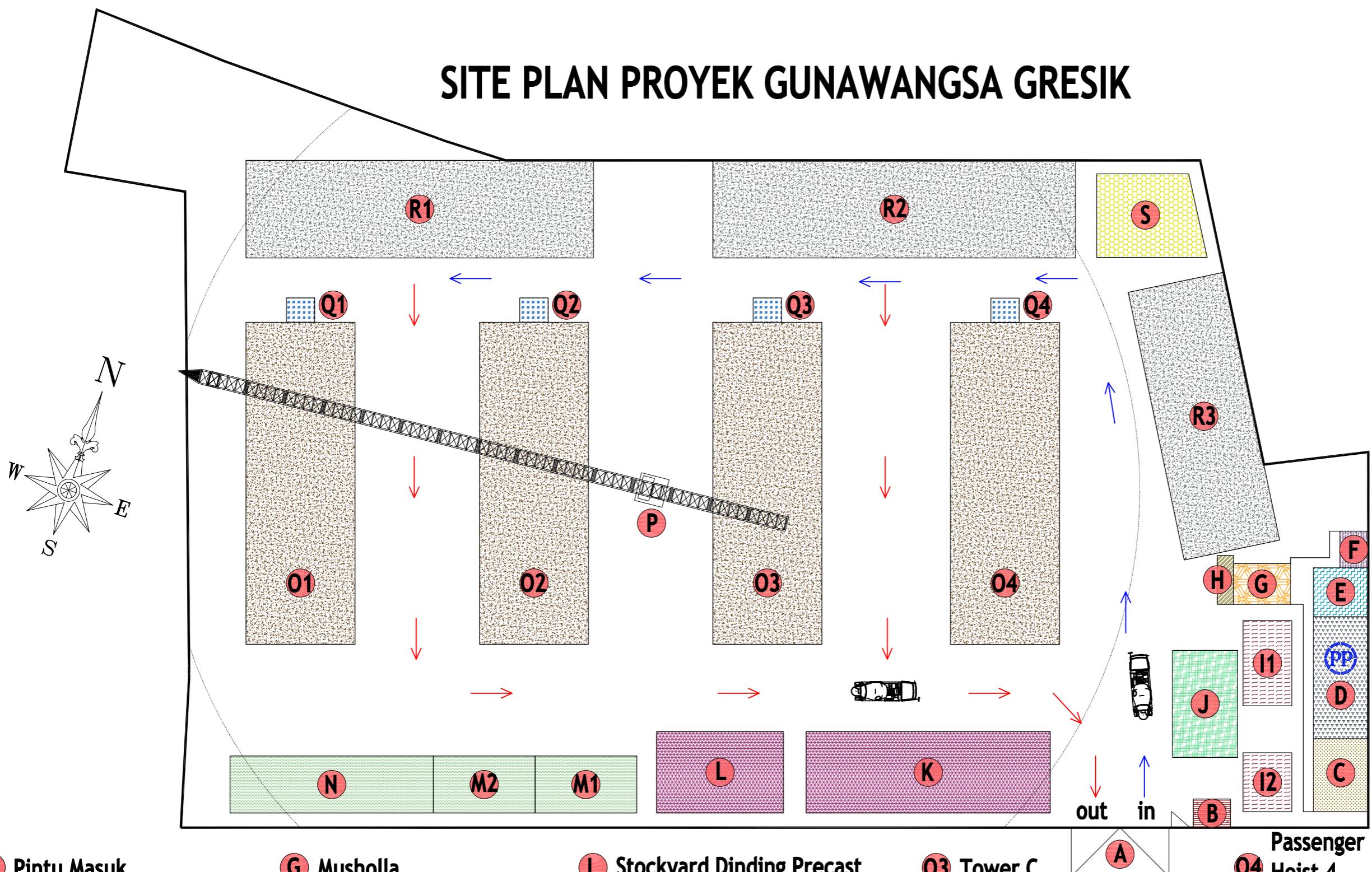
GAMBAR

DAFTAR GAMBAR

KODE	NO	JUDUL GAMBAR
GAMBAR STRUKTUR		
STR	01	SITE PLAN
STR	02	STANDAR DETAIL 1
STR	03	STANDAR DETAIL 2
STR	04	STANDAR DETAIL 3
STR	05	STANDAR DETAIL 4
STR	06	STANDAR DETAIL 5
STR	07	STANDAR DETAIL 6
STR	08	POTONGAN TOWER A
STR	09	DENAH PONDASI
STR	10	DENAH LANTAI 2 - LANTAI 7
STR	11	DENAH LANTAI 8 - LANTAI 15
STR	12	DENAH RAFT FOUNDATION TOWER A
STR	13	DENAH HALF SLAB PRECAST LANTAI 2 - LANTAI 15 TOWER A
STR	14	DENAH PELAT OVERTOPPING LANTAI 2 - LANTAI 15 TOWER A
STR	15	DENAH TANGGA TOWER A
STR	16	DETAIL PILE CAP
STR	17	DETAIL TULANGAN BALOK, KOLOM & BORE PILE
STR	18	DETAIL SHEARWALL
STR	19	DETAIL HALF SLAB PRECAST
STR	20	DETAIL TULANGAN HALF SLAB PRECAST
STR	21	DETAIL PELAT OVERTOPPING
STR	22	DETAIL POTONGAN TANGGA



SITE PLAN PROYEK GUNAWANGSA GRESIK



- (A) Pintu Masuk
- (B) Pos Satpam
- (C) Kantor MK
- (D) Kantor PP
- (E) Ruang Rapat
- (F) Toilet

- (G) Musholla
- (H) Ruang SHE
- (I1) Parkiran 1
- (I2) Parkiran 2
- (J) Assembly Point
- (K) Stockyard Pelat Precast

- (L) Stockyard Dinding Precast
- (M1) Fabrikasi Besi 1
- (M2) Fabrikasi Besi 2
- (N) Fabrikasi Bekisting
- (O1) Tower A
- (O2) Tower B

- (O3) Tower C
- (O4) Tower D
- (P) Tower Crane R60
- (Q1) Passenger Hoist 1
- (Q2) Passenger Hoist 2
- (Q3) Passenger Hoist 3
- (Passenger) Hoist 4
- (R1) Ruko A
- (R2) Ruko B
- (R3) Ruko C
- (S) Gudang Material

out in

A B



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR



JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAHKAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

SKALA **NAMA GAMBAR**

STR

STANDAR DETAIL 1

DETAIL

NO **JUMLAH**

22

STANDAR DETAIL PEKERJAAN KONSTRUKSI BETON

1. UMUM

1.1. LINGKUP DOKUMEN		
1. TUJUAN DARI DOKUMEN INI ADALAH MEMBERI PETUNJUK ATAU INSTRUKSI UNTUK PEKERJAAN YANG BERSIFAT UMUM. PEKERJAAN-PEKERJAAN YANG MEMPUNYAI KEKHUSUSAN TERSENDIRI DALAM STRUKTUR HARUS DISESUAIKAN DENGAN GAMBAR-GAMBAR RENCANA DAN/ATAU PETUNJUK YANG DIBERIKAN OLEH PERENCANA.		
2. DOKUMEN INI HARUS DIPERGUNAKAN SEBAGAI STANDARD UNTUK FABRIKASI DAN PEMASANGAN TULANGAN DARI PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG.		
3. BILA TIDAK ADA KESUASIAN ANTARA GAMBAR STANDAR DETAIL INI DENGAN GAMBAR RENCANA Maka GAMBAR RENCANA HARUS DIPAKAI SEBAGAI PEDOMAN.		

1.4. PENYANGGA TULANGAN		
TULANGAN YANG DITUMPU	TULANGAN PENUMPU d_p (mm)	JARAK PENUMPU (mm)
< ϕ 10 ATAU D10	8	600
ϕ 10 ATAU D10	8	700
ϕ 12 ATAU D12	10 ATAU D10	800
ϕ 12 ATAU D12	10 ATAU D12	750
D13	10 ATAU D10	900
D13	D13	800
D16	D13	1000
D16	D16	1250
D19	D16	1500
D19	D19	1500
D22	D19	1750
D22	D22	1750
D25	D25	2000
D32	D32	2000

1.2. DAFTAR NOTASI		
D	= DIAMETER BENGKOKAN MINIMUM	hb = TINGGI BALOK
d_w	= DIAMETER TULANGAN WIREMESH	hc = DIMENSI TERBESAR PENAMPANG KOLOM
db	= DIAMETER TULANGAN UTAMA	bc = DIMENSI TERKECIL PENAMPANG KOLOM
ds	= DIAMETER TULANGAN SENGKANG	l _b = PANJANG KAIT STANDAR UNTUK TULANGAN UTAMA
ld	= PANJANG PENJANGKARAN TULANGAN BIASA TANPA KAIT	l _{ts} = PANJANG KAIT STANDAR UNTUK SENGKANG
ldh	= PANJANG PENJANGKARAN TULANGAN BIASA DENGAN KAIT	P = BENTANG PANJANG PONDASI DANGKAL
lw	= PANJANG PENJANGKARAN TULANGAN WIREMESH	L = BENTANG PENDEK PONDASI DANGKAL
lx	= PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN BIASA	K-x = MUTU BETON : x Kg/cm ²
ly	= PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN WIREMESH	BJTP-x = MUTU BAJA TULANGAN POLOS : x Kg/mm ²
lx	= BENTANG BERSIH ARAH PENDEK PELAT	BJTD-x = MUTU BAJA TULANGAN DEFORM : x Kg/mm ²
ly	= BENTANG BERSIH ARAH PANJANG PELAT	ϕ_x = TULANGAN POLOS DIAMETER x mm
ln	= BENTANG BERSIH BALOK	D _x = TULANGAN DEFORM DIAMETER x mm

1.3. KAIT STANDAR UNTUK SENGKANG				
KAIT	ILUSTRASI	DIAMETER TULANGAN d_s	DIAMETER BENGKOKAN MINIMUM (D)	l _{ts} MINIMUM
135°		8 - 16 mm	4 d _s	YANG TERBESAR ANTARA 6d _s ATAU 75 mm
		19 - 25 mm	6 d _s	
90°		8 - 16 mm	4 d _s	YANG TERBESAR ANTARA 8d _s ATAU 75 mm
		19 - 25 mm	6 d _s	
				12 d _s

1.7. KAIT STANDAR UNTUK TULANGAN UTAMA				
KAIT	ILUSTRASI	DIAMETER TULANGAN d_b	RADIUS BENGKOKAN MINIMUM (r)	l _b MINIMUM
180°		10 - 25 mm	4 d _b	YANG TERBESAR ANTARA 4 d _b ATAU 60 mm
		29 - 36 mm	5 d _b	
		40 - 55 mm	6 d _b	
135°		10 - 25 mm	4 d _b	YANG TERBESAR ANTARA 6 d _b ATAU 75 mm
		29 - 36 mm	5 d _b	
		40 - 55 mm	6 d _b	
90°		10 - 25 mm	4 d _b	12 d _b
		29 - 36 mm	5 d _b	
		40 - 55 mm	6 d _b	

1.8. PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN BIASA		
BALOK	KOLOM	KETERANGAN:
$a = 0.5 l_s \pm 50\text{mm}$		<p>1. BILA $db_1 \neq db_2$ MAKAN PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN DITETAPKAN BERDASARKAN DIAMETER TERKECIL</p> <p>2. PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN DALAM TABEL DI BAWAH INI: HARUS DITAMBAH 20% UNTUK SUATU BERKAS TIGA BATANG DAN HARUS DITAMBAH 33% UNTUK SUATU BERKAS EMPAT BATANG</p>
CATATAN UNTUK SAMBUNGAN LEWATAN :		
1. SAMBUNGAN TIDAK BOLEH DITEMPATKAN PADA DAERAH TEGANGAN MAKSIMUM		
2. UNTUK TULANGAN DIAMETER > 32 mm, HARUS DIGUNAKAN SAMBUNGAN MEKANIK		
3. SAMBUNGAN UNTUK PENGULANGAN ATAS BALOK DAN PELAT HARUS DILETTAKKAN PADA TENGAH BENTANG		
4. SAMBUNGAN TIDAK BOLEH DITEMPATKAN PADA DAERAH DIMANA BALOK INDUK DAN BALOK ANAK BERPOTONGAN		
5. SAMBUNGAN UNTUK DINDING HANYA BOLEH PADA JARAK $> l_w$ DARI PERMUKAAN PONDASI RAFT DAN HARUS DI SELANG SELING. - 'l _w ' ALAH PANJANG DINDING		
MUTU BAJA	d_b (mm)	PANJANG SAMBUNGAN LEWATAN l_s (mm)
		MUTU BETON
		K-225 K-250 K-300 K-350 K-400 K-450 K-500
BJTP-24	8	300 300 300 300 300 300 300
	10	350 330 300 300 300 300 300
	12	420 400 350 330 310 300 300
BJTD-40	8	470 440 390 370 340 320 310
	10	580 550 490 460 430 410 390
	12	700 670 590 550 520 490 460
	13	760 720 640 600 560 530 500
	16	940 890 790 740 690 650 620
	19	1110 1060 940 880 820 780 740
	20	1170 1110 990 920 860 820 780
	22	1610 1530 1370 1270 1190 1120 1070
	25	1830 1740 1560 1440 1350 1280 1210
	29	2130 2020 1810 1680 1570 1480 1410
	32	2350 2230 1990 1850 1730 1640 1550

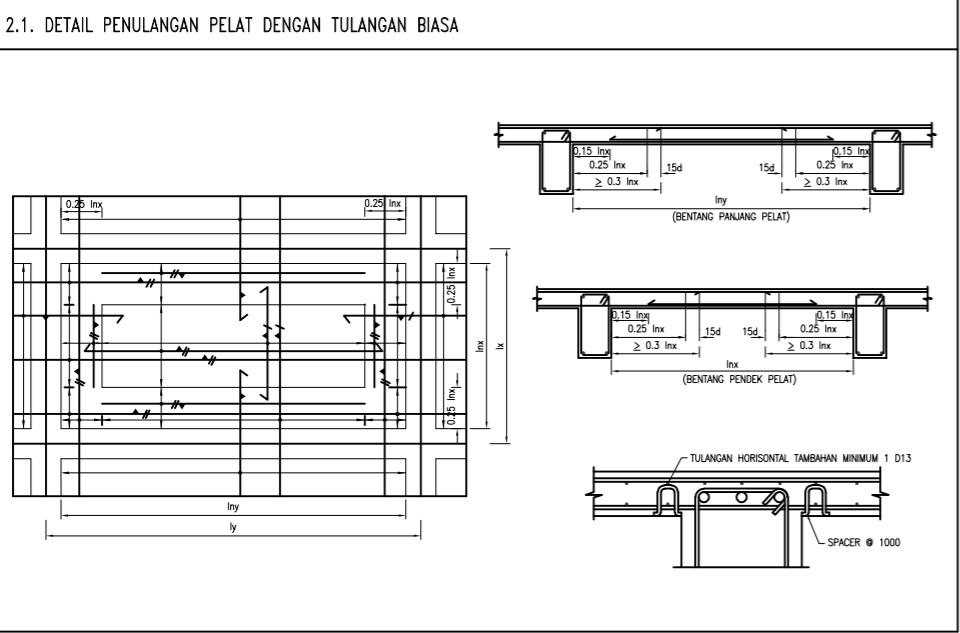
1.9. PANJANG PENJANGKARAN MINIMUM TULANGAN WIREMESH		
MUTU WIREMESH	d_w (mm)	PANJANG PENJANGKARAN l_{dw} (mm)
		MUTU BETON
		K-225 K-250 K-300 K-350 K-400 K-450 K-500
BJTP-24	4	150 150 150 150 150 150 150
	5	150 150



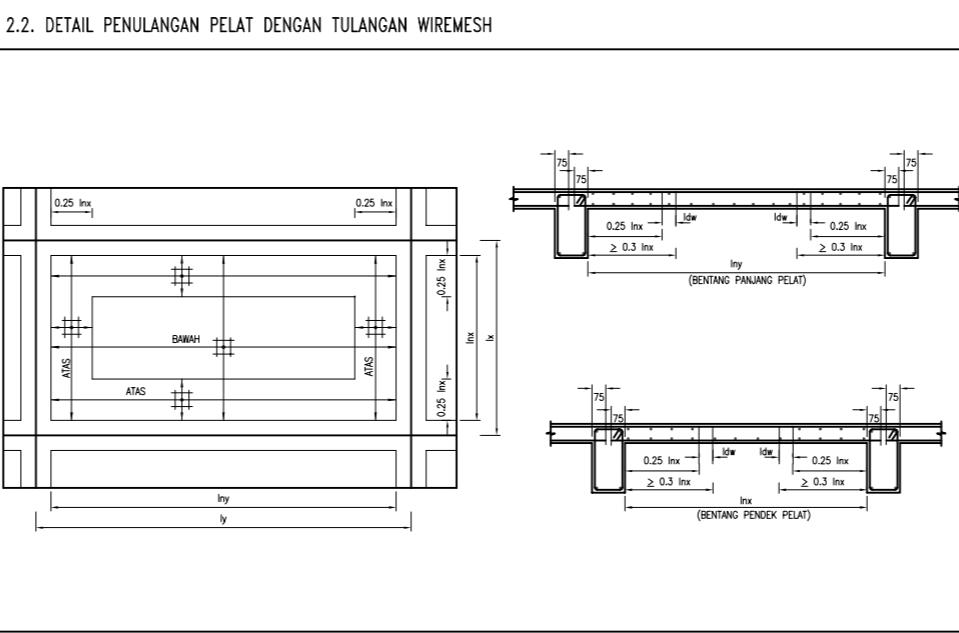
STANDAR DETAIL PEKERJAAN KONSTRUKSI BETON

2. PELAT

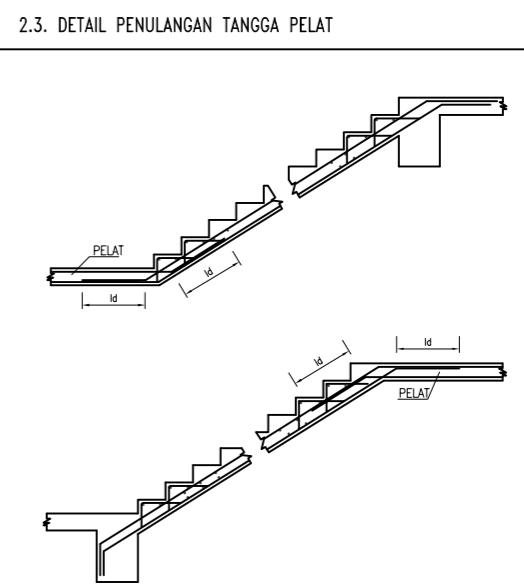
2.1. DETAIL PENULANGAN PELAT DENGAN TULANGAN BIASA



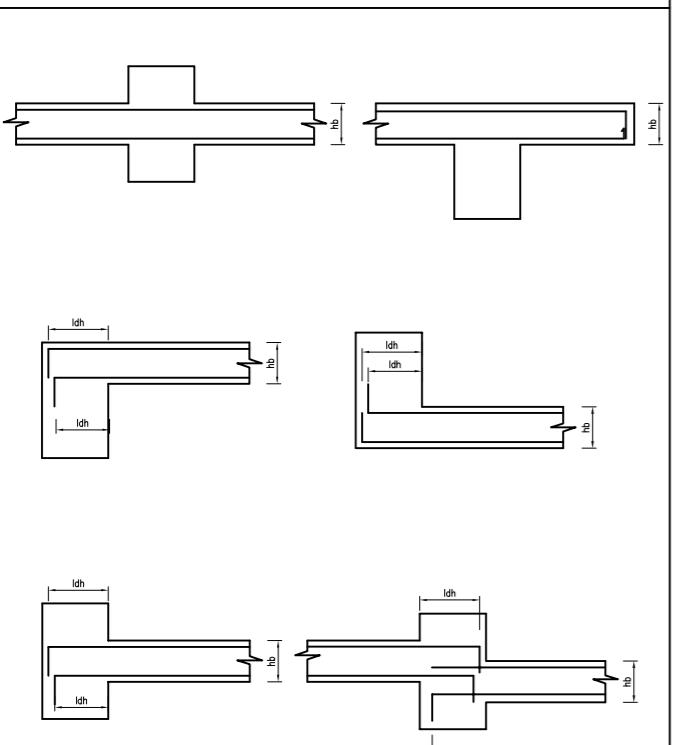
2.2. DETAIL PENULANGAN PELAT DENGEN TULANGAN WIREMESH



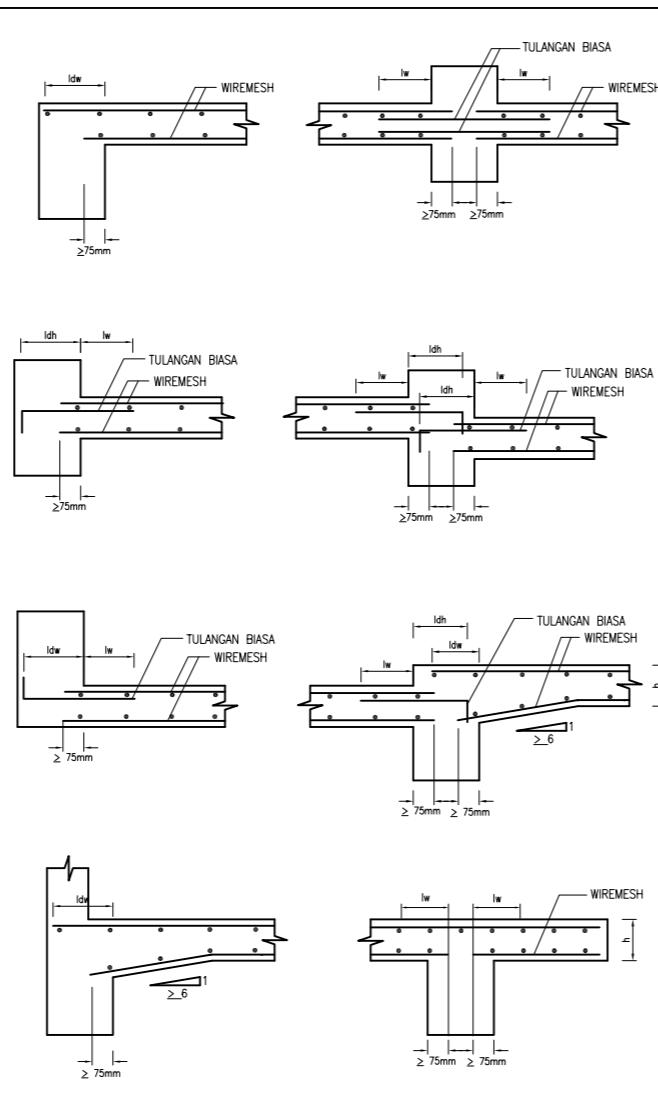
2.3. DETAIL PENULANGAN TANGGA PELAT



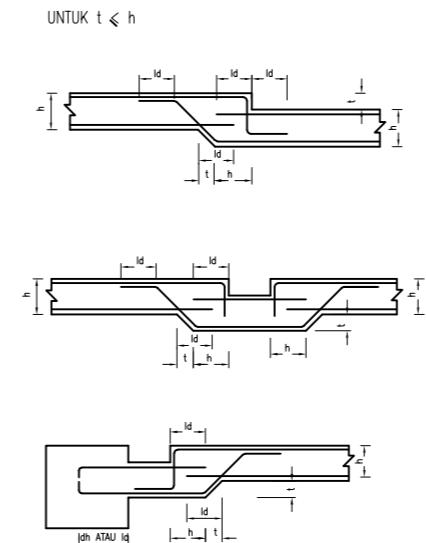
2.4. DETAIL PENJANGKARAN PENULANGAN PELAT UNTUK TULANGAN BIASA



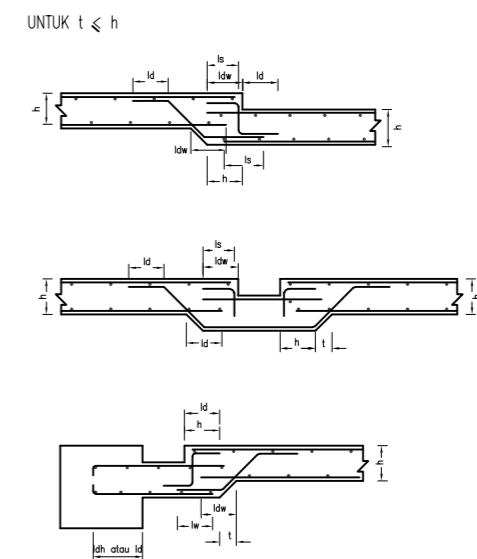
2.5. DETAIL PENJANGKARAN PENULANGAN PELAT UNTUK TULANGAN WIREMESH



2.6. DETAIL PENULANGAN PELAT UNTUK ELEVASI BERBEDA DENGAN TULANGAN BIASA

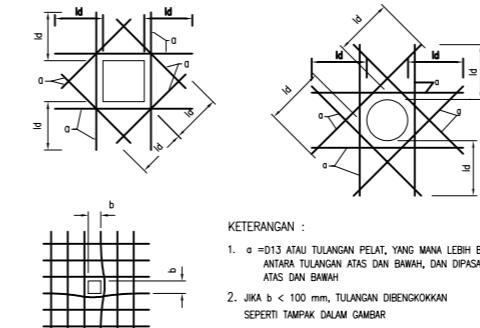


2.7. DETAIL PENULANGAN PELAT UNTUK ELEVASI BERBEDA UNTUK TULANGAN WIREMESH



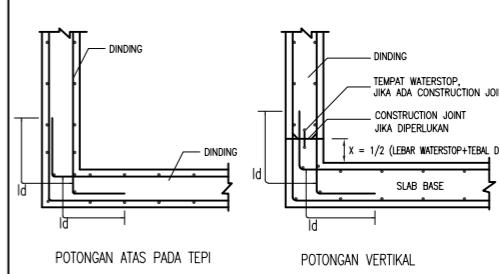
2.8. DETAIL PENULANGAN PELAT PADA DAERAH LUBANG

BERLAKU UNTUK LUBANG YANG LUASNYA 0.3 m^2 DAN PANJANG MAKSUMUM 60 CM



- KETERANGAN :
- $\diamond = 13$ ATAU TULANGAN PELAT, YANG MANA LEbih BESAR ANTARA TULANGAN ATAS DAN BAWAH, DAN DIPASANG ATAS DAN BAWAH
 - JIKA $b < 100 \text{ mm}$, TULANGAN DIBENGOKKAN SEPERTI TAMPAK DALAM GAMBAR

2.9. DETAIL PENULANGAN PADA PERTEMUAN PELAT DAN DINDING



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International
Gedung Suster 11.3 Kompleks Apotekan Permai Samarinda
tel (051) 2046-1221 Fax (051) 2046-0260 Email: megatika@yahoo.com

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAHKAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

SKALA | NAMA GAMBAR

STR STANDAR DETAIL 2

DETAIL

NO | JUMLAH

3 **22**



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR



JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

SKALA	NAMA GAMBAR
-------	-------------

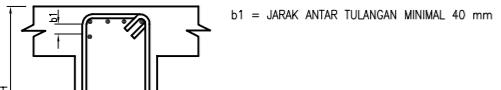
STR STANDAR DETAIL 3

DETAIL

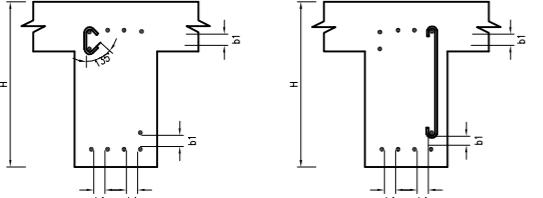
3. BALOK-1

STANDAR DETAIL PEKERJAAN KONSTRUKSI BETON

3.1. JARAK ANTAR TULANGAN UTAMA BALOK

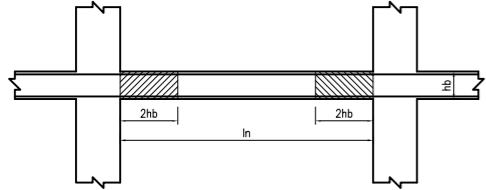


DIPAKAI TULANGAN TAMBAHAN SEBAGAI KAIT UNTUK MENJAGA JARAK ANTARA BATANG TULANGAN UTAMA



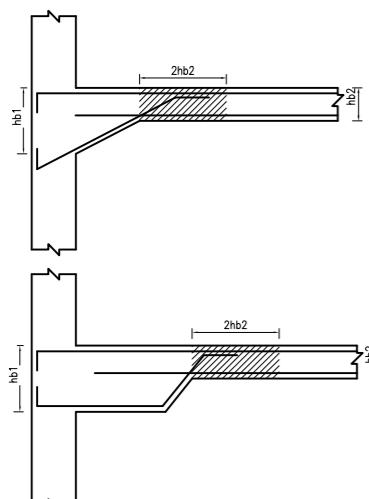
3.4. DETAIL LOKASI SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN BALOK

BALOK INDUK



KETERANGAN : SAMBUNGAN TIDAK BOLEH DITEMPATKAN PADA DAERAH

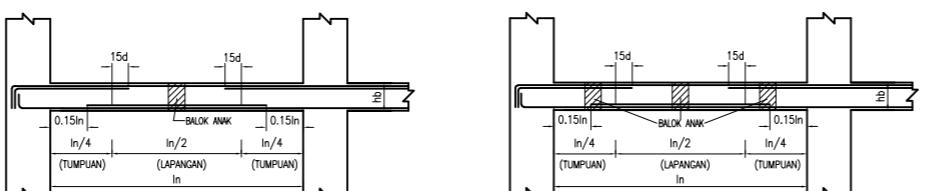
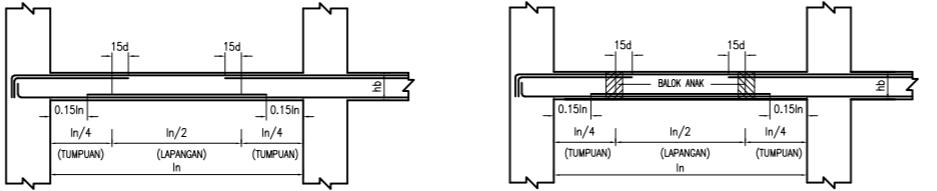
BALOK VOUTE



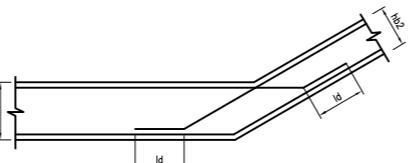
KETERANGAN : SAMBUNGAN TIDAK BOLEH DITEMPATKAN PADA DAERAH

3.2. DETAIL PEMUTUSAN TULANGAN BALOK

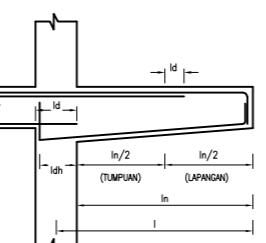
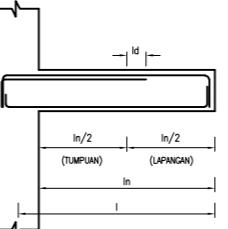
BALOK BIASA



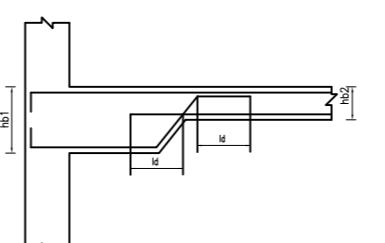
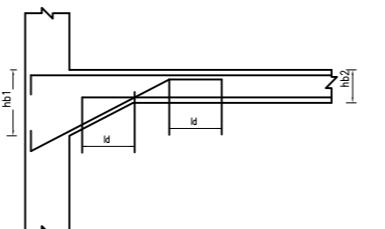
BALOK MIRING ATAU BALOK TANGGA



BALOK KANTILEVER

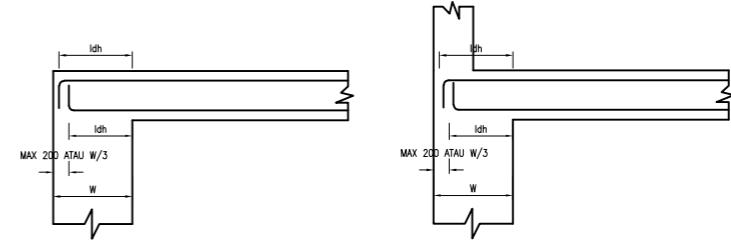


BALOK VOUTE

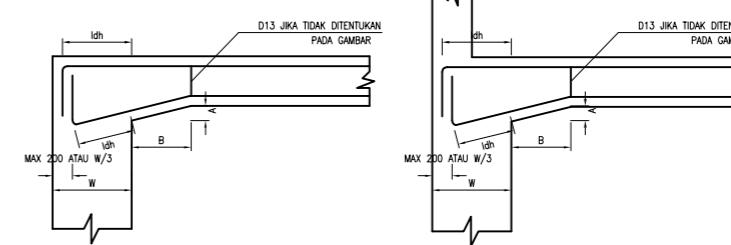


3.3. DETAIL PENJANGKARAN TULANGAN BALOK

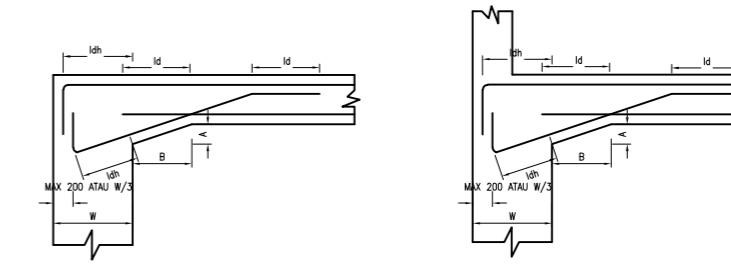
BALOK BIASA



BALOK VOUTE (untuk A/B < 1/6)



BALOK VOUTE (untuk A/B > 1/6)



3.5. TULANGAN SAMPING

TINGGI BALOK (H)	TULANGAN SAMPING
H ≤ 400	—
400 < H ≤ 700	2 X 1 Ø10
700 < H ≤ 1000	2 X 2 Ø10
1000 < H ≤ 1300	2 X 3 D13
1300 < H ≤ 1600	2 X 4 D13
1600 < H ≤ 1900	2 X 5 D13

NO	JUMLAH
----	--------

4	22
---	----



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR



JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKUAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

SKALA	NAMA GAMBAR
-------	-------------

STR

STANDAR DETAIL 4

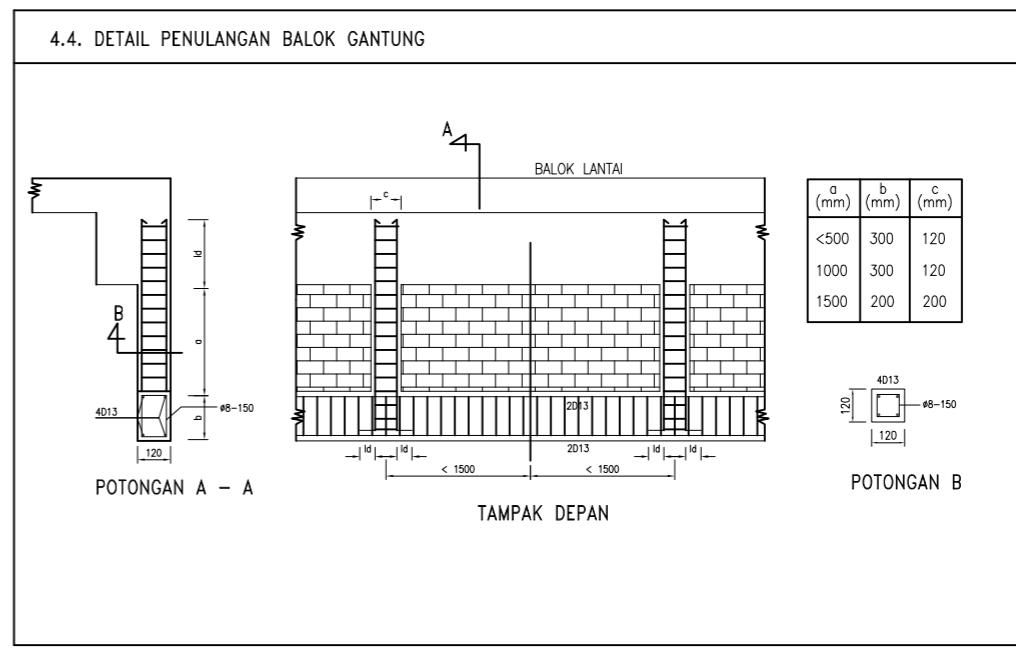
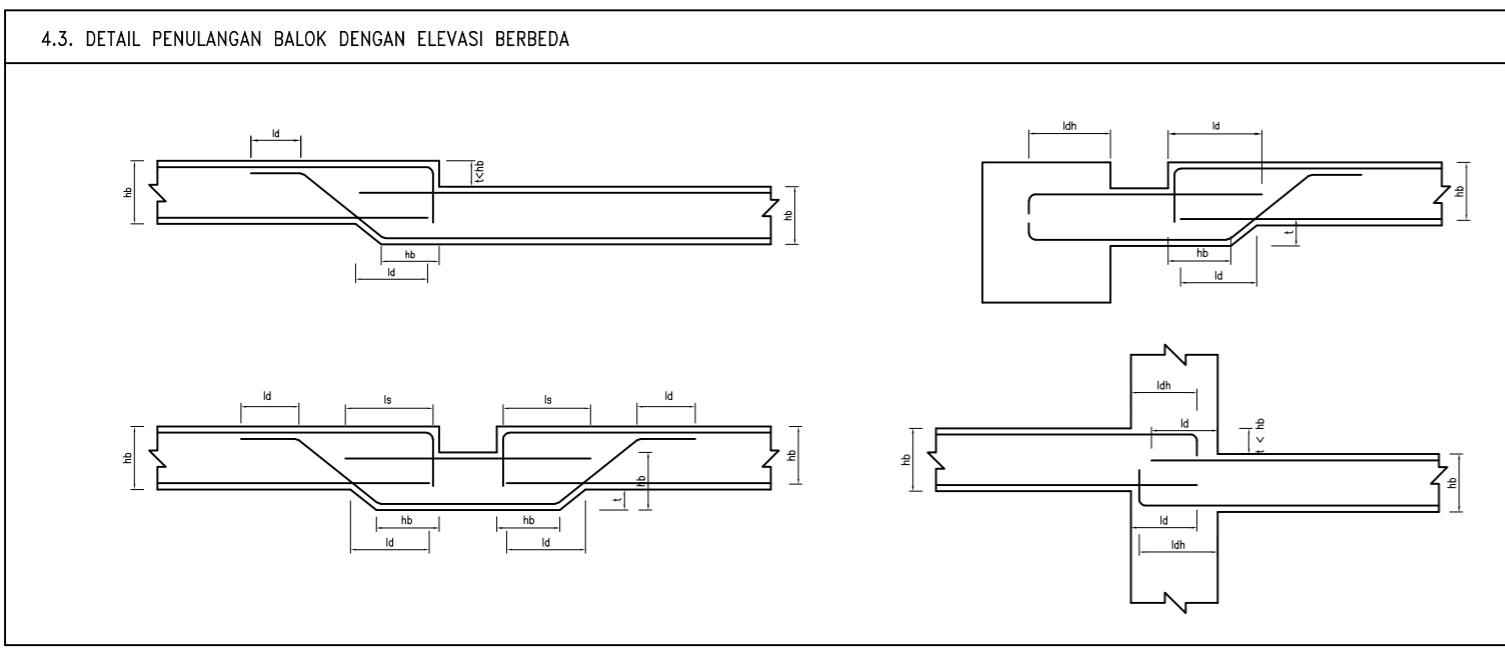
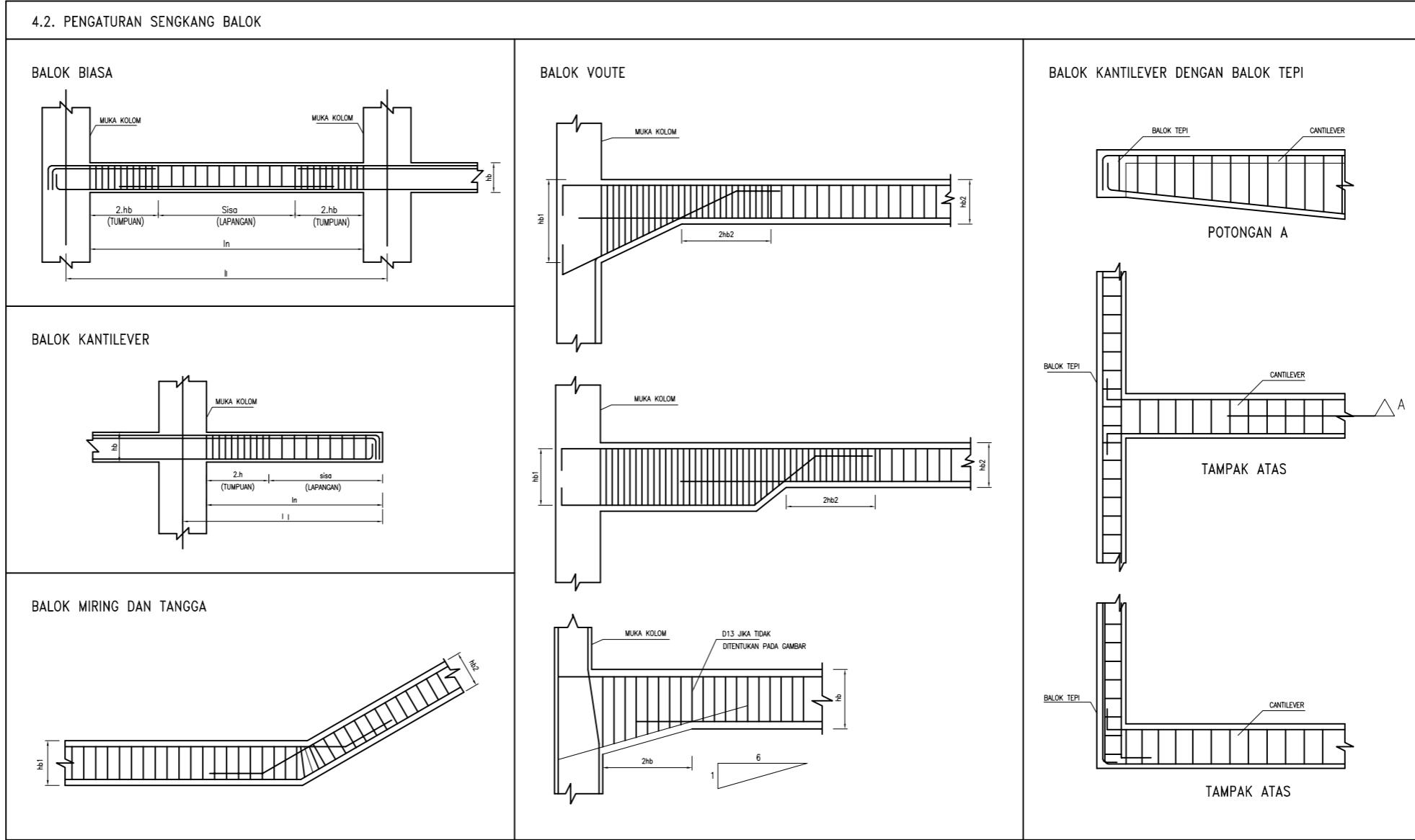
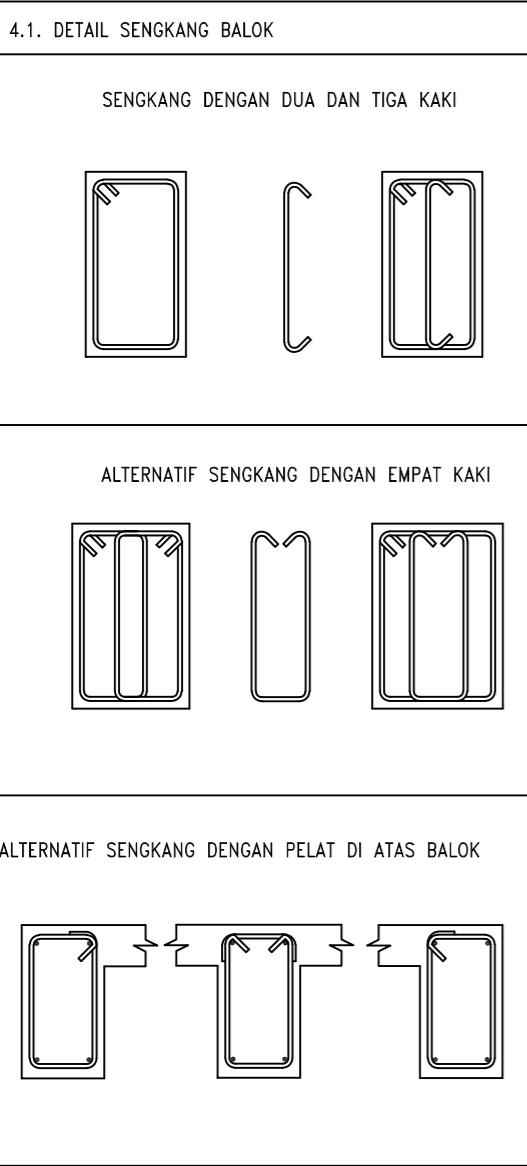
DETAIL

NO	JUMLAH
----	--------

5 **22**

STANDAR DETAIL PEKERJAAN KONSTRUKSI BETON

4. BALOK-2



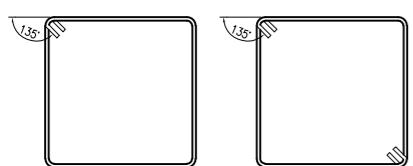


STANDAR DETAIL PEKERJAAN KONSTRUKSI BETON

5. KOLOM

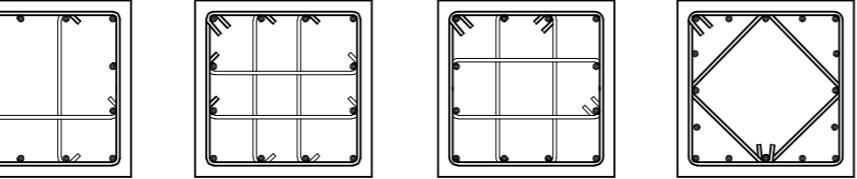
5.1. DETAIL SENGKANG DAN PENGEKANG KOLOM

ALTERNATIF DETAIL SENGKANG KOLOM



ALTERNATIF A

ALTERNATIF TULANGAN PENGEKANG KOLOM



ALTERNATIF 1

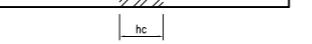
ALTERNATIF 2

ALTERNATIF 3

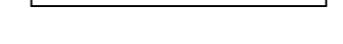
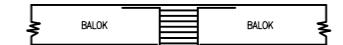
ALTERNATIF 4

KETERANGAN : SENGKANG KOLOM HARUS MENGUNAKAN SUDUT 135°

5.2. DETAIL LOKASI SAMBUNGAN LEWATAN TULANGAN KOLOM

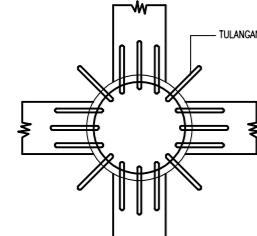
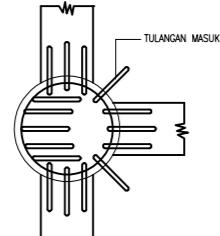
SENGKANG HORIZONTAL MINIMUM $\#10$ mm
DENGAN JARAK $hc/4$, $bc/4$ ATAU 100 mm
DIAMBIL YANG TERKECILKETERANGAN : SAMBUNGAN LEWATAN TIDAK BOLEH DITEMPATKAN PADA DAERAH
DAN HARUS DITEMPATKAN PADA DIANTAH-TENGAH TINGGI KOLOM

5.3. PENGATURAN SENGKANG UNTUK KOLOM

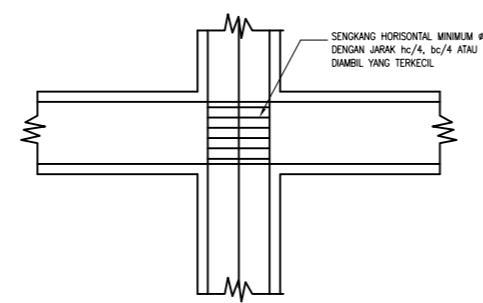


KETERANGAN : SENGKANG KOLOM HARUS DITERUSKAN KE DALAM PILE CAP ATAU PONDASI

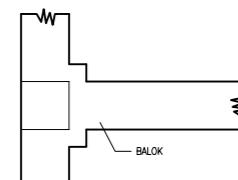
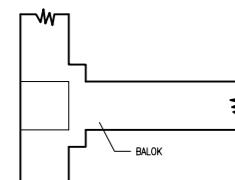
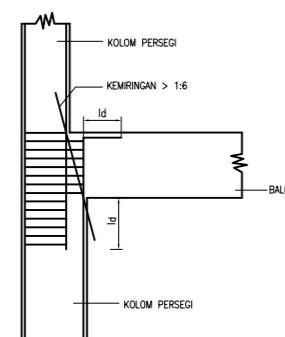
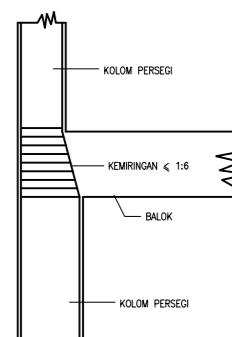
5.4. DETAIL PENJANGKARAN TULANGAN KOLOM BULAT

TAMPAK ATAS
KOLOM TENGAHTAMPAK ATAS
KOLOM TEPI

5.5. DETAIL HUBUNGAN BALOK-KOLOM



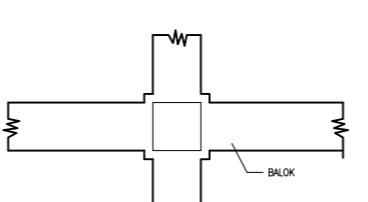
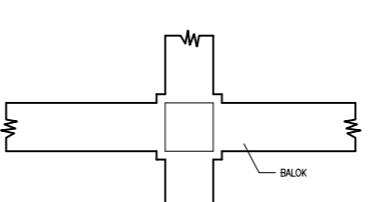
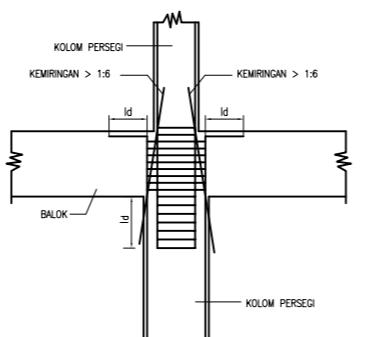
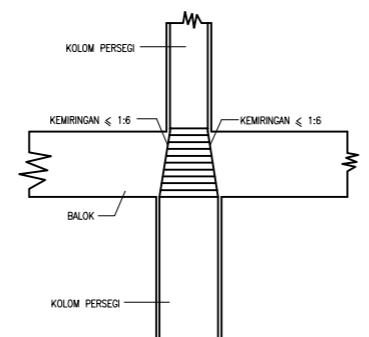
5.6. DETAIL PENJANGKARAN TULANGAN DAN PENGATURAN SENGKANG KOLOM (KASUS 1)



TAMPAK ATAS

TAMPAK ATAS

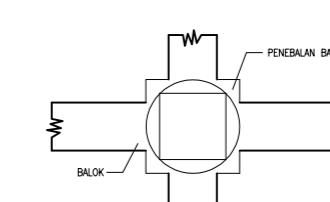
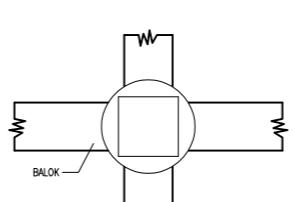
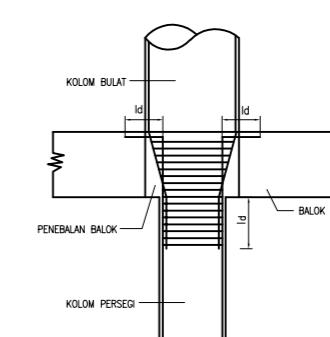
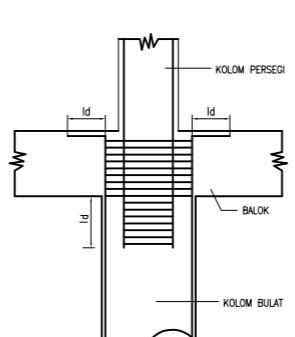
5.7. DETAIL PENJANGKARAN TULANGAN DAN PENGATURAN SENGKANG KOLOM (KASUS 2)



TAMPAK ATAS

TAMPAK ATAS

5.8. DETAIL PENJANGKARAN TULANGAN DAN PENGATURAN SENGKANG KOLOM (KASUS 3)



TAMPAK ATAS

TAMPAK ATAS

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

SKALA NAMA GAMBAR

STR

STANDAR DETAIL 5

DETAIL

NO JUMLAH

6 22

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International
Gedung Sakti Lantai 3
Kompleks Agrokompleks Perkotaan Batu
Tel (031) 2346-1231 Fax (031) 2346-0560 Email megatika@yahoocom

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKUAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028



PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International
Gedung Kartini Lt.3 Kompleks Aipmmer Permotor Blawatul
Tel (021) 5365-1221 Fax (021) 5365-0882 Email: megatika@yahoo.com

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

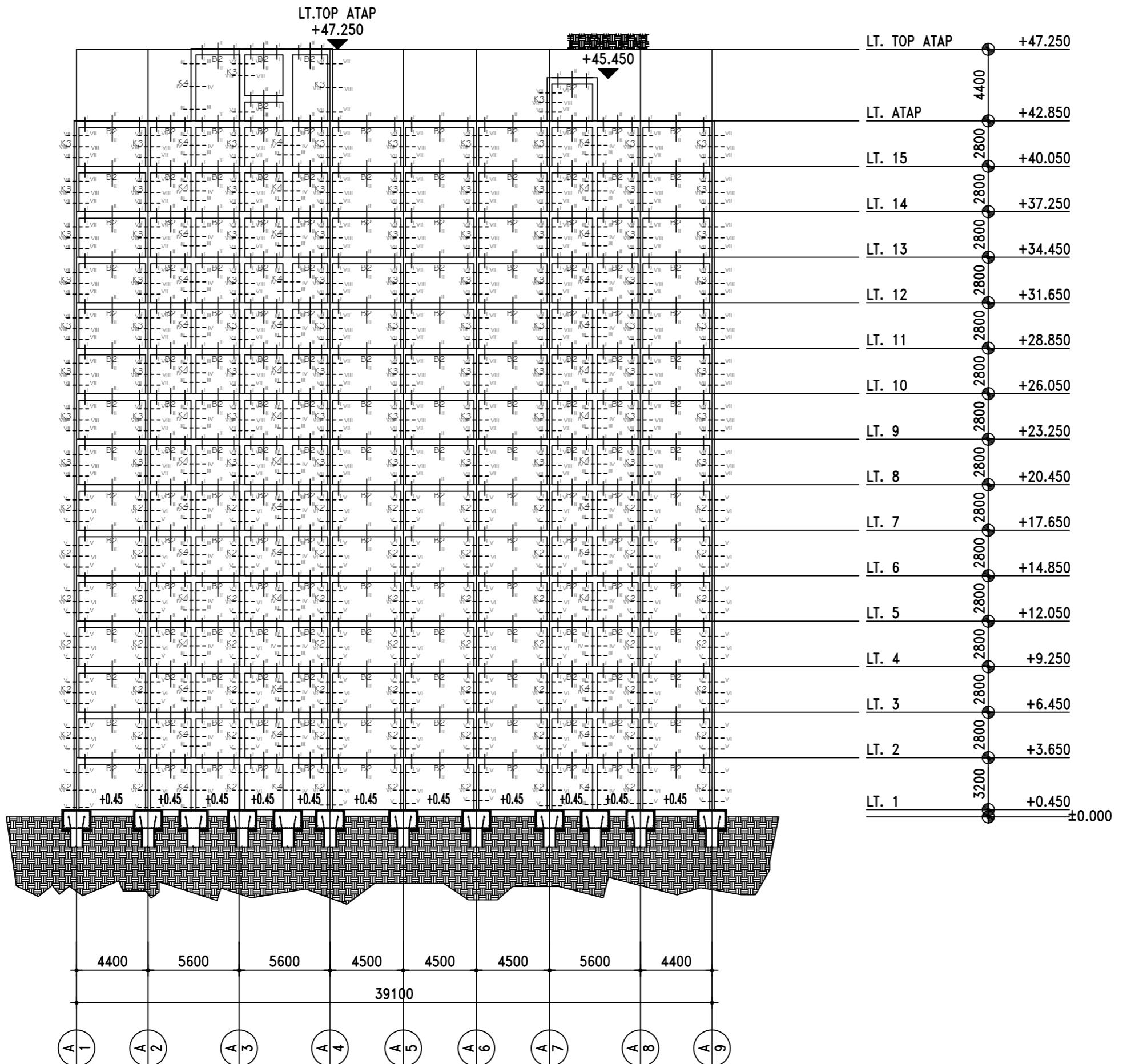
MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

KODE

NAMA GAMBAR
STR

DETAIL





PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International

Gedung Kantor I 1.3 Kompleks A pertemuan Permostra Bioskop

Tel (021) 5365-1221 Fax (021) 5365-0882 Email: megatika@yahoo.com

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

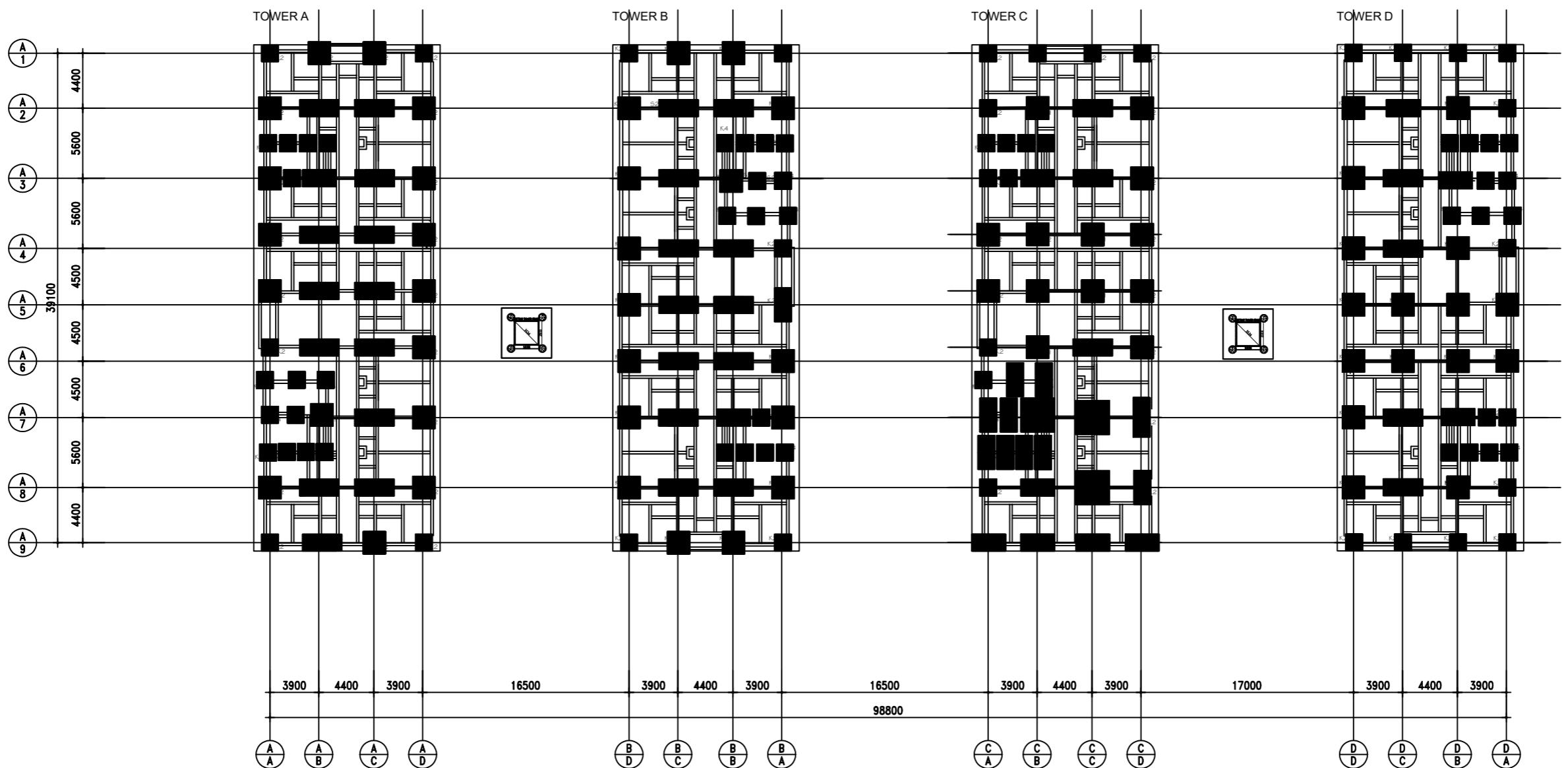
KODE NAMA GAMBAR

STR DENAH PONDASI

DETAIL

NO JUMLAH

9 **22**



DENAH PONDASI
skala 1 : 200

- PC1 = DIA 60 UK. PILE CAP 135 X 135
- PC2 = DIA 60 UK. DOUBLE PILE CAP 135 X 315
- PC3 = DIA 60 UK. DOUBLE PILE CAP 135 X 270
- PC4 = DIA 80 UK. PILE CAP 180 X 180

9 **22**



PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKUSAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

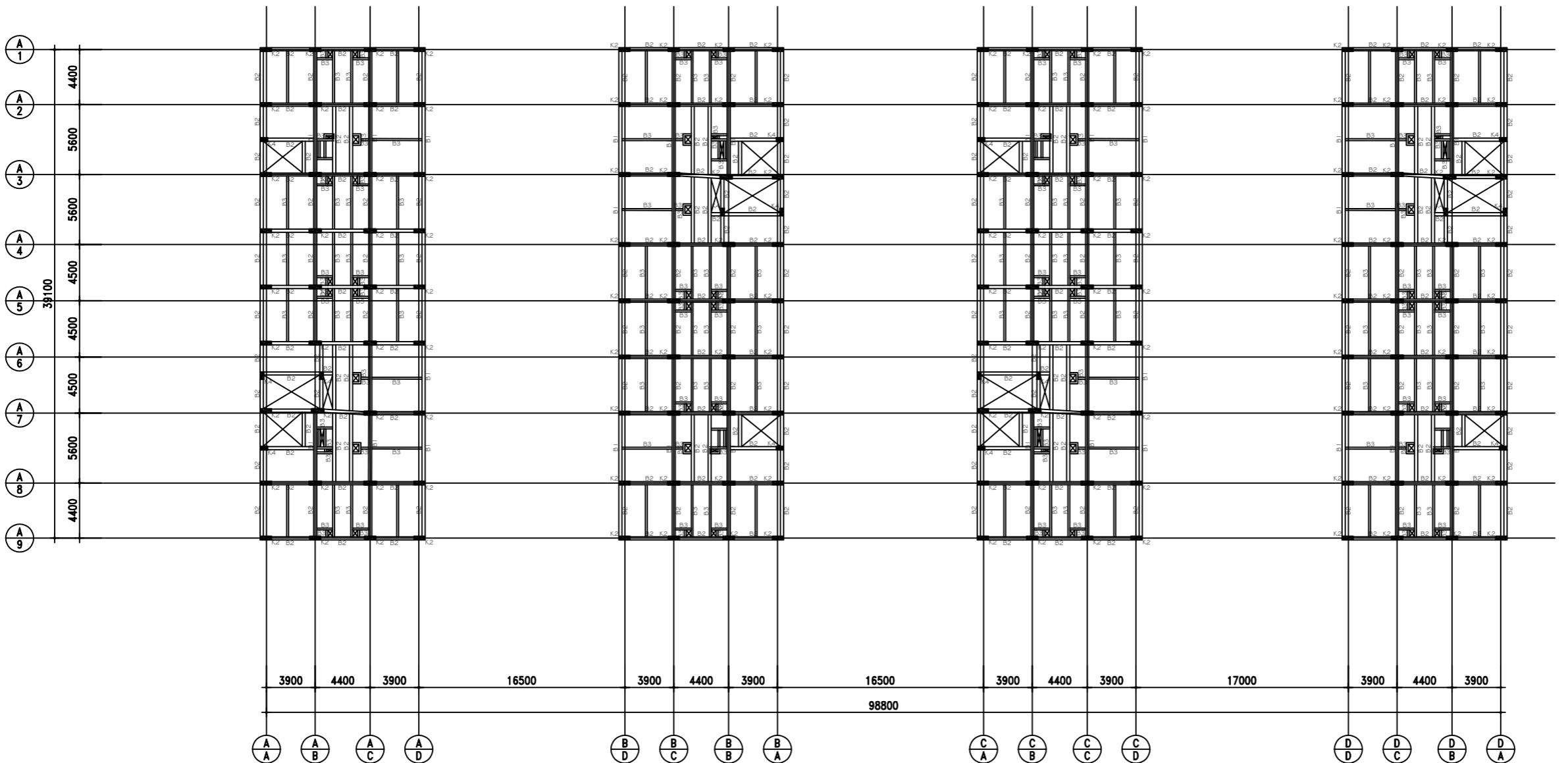
KODE **NAMA GAMBAR**

STR DENAH LANTAI 2 - LANTAI 7

DETAIL

NO **JUMLAH**

10 **22**



DENAH LANTAI 2 - LANTAI 7
skala 1 : 200



PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

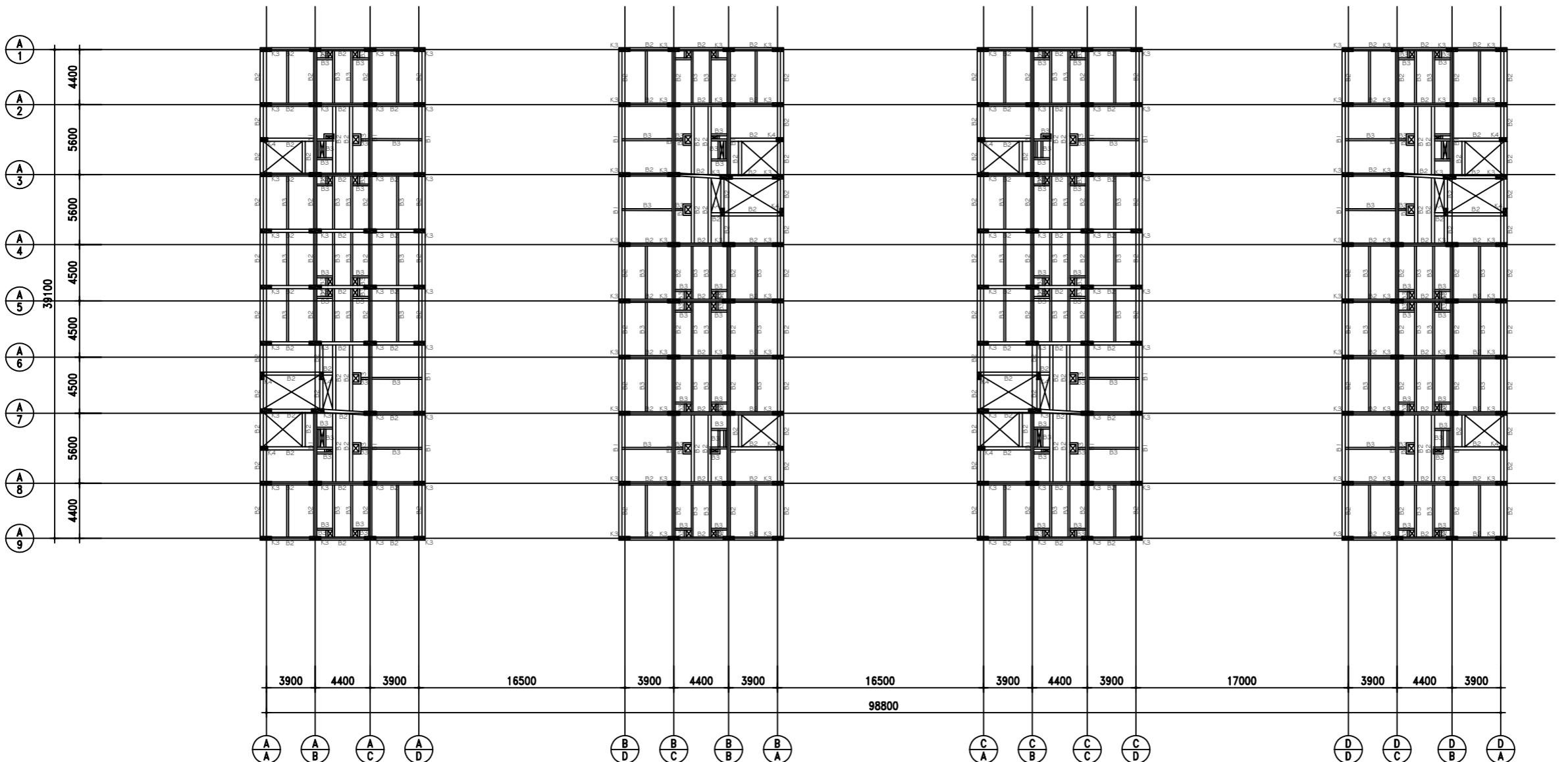
KODE

NAMA GAMBAR

DETAIL

NO

JUMLAH





DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International

Gedung Kantor U3 - Kompleks A pertemuan Permatex Bioskaff

Tel (021) 5365-1221 Fax (021) 5365-0882 Email: megatika@yahoo.com

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAHKANAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

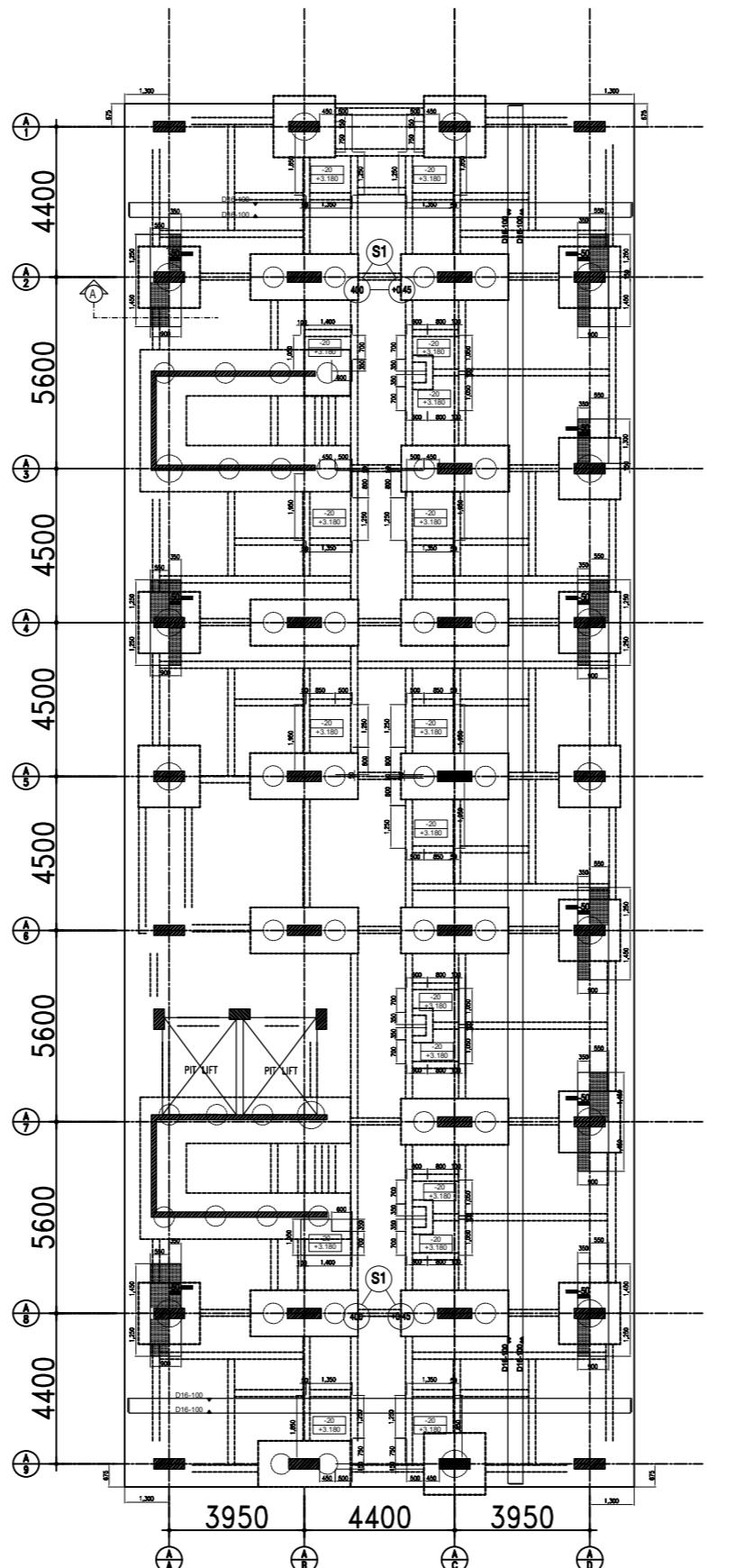
MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013021

KODE

STR DENAH RAFT
FOUNDATION
TOWER A

DETAIL



DENAH RAFT FOUNDATION TOWER A
skala 1 : 200

NO

22

12



PARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
STITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International
Gedung Kantor Lt. 3 Kompleks Apartemen Permata Baskulif
Jl. Pas Pengumbuan Raya Jakarta 11550

JUDUL TUGAS AKHIR

PERCETAKAN WAKTU DAN BIAYA LAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

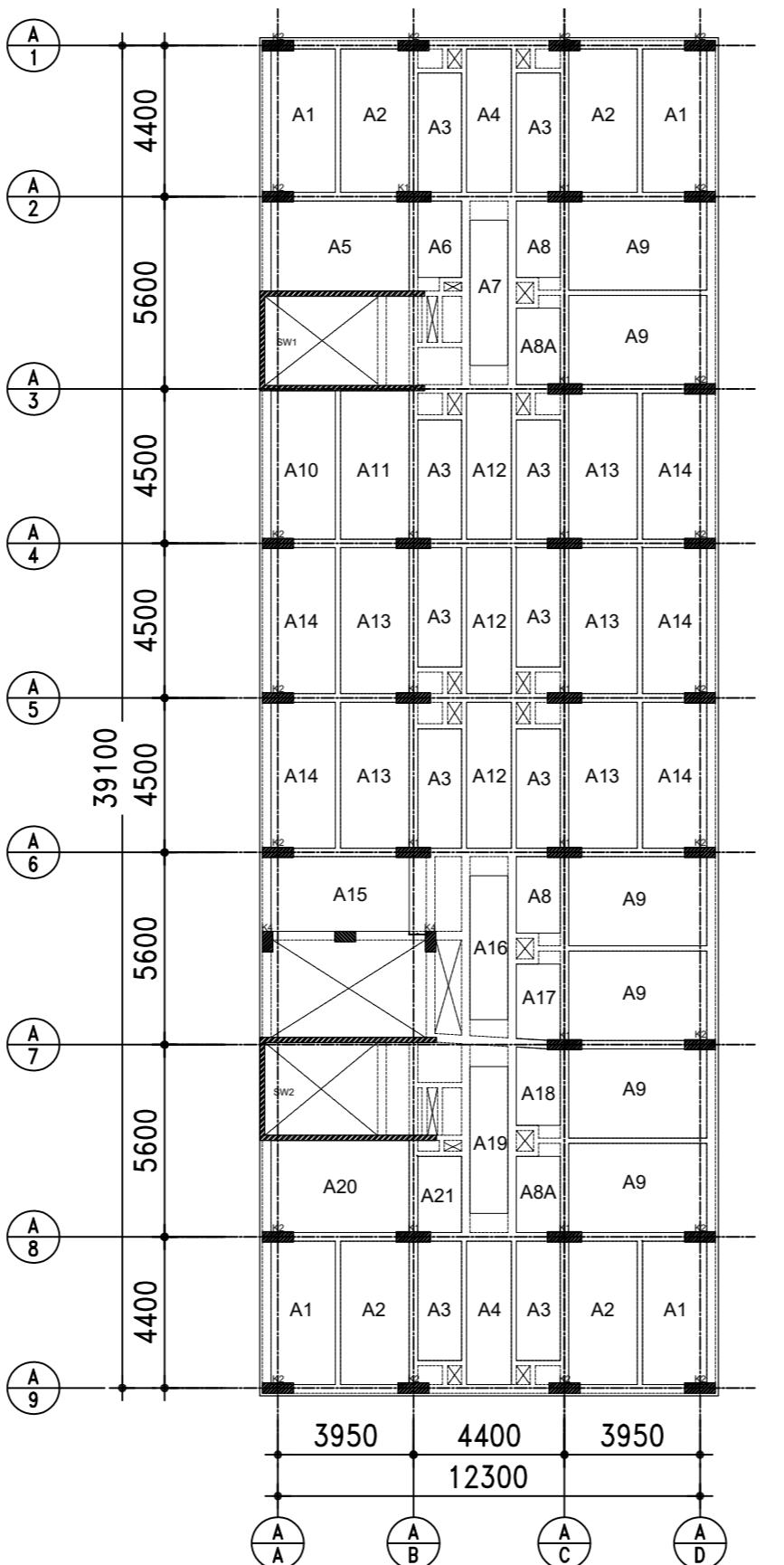
IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

KODE	NAMA GAMBAR
STR	DENAH HALF SLAB PRECAST LANTAI 2 - LANTAI 15 TOWER A

DETAIL



DENAH HALF SLAB PRECAST LANTAI 2 - LANTAI 15 TOWER A
skala 1 : 200



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA International
Gedung Kantor 13.3 Kompleks A pertemuan Permostra Biekulf
Tel (021) 5365-1221 Fax (021) 5365-0882 Email: megatika@yahoo.com

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKUSAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

KODE **NAMA GAMBAR**

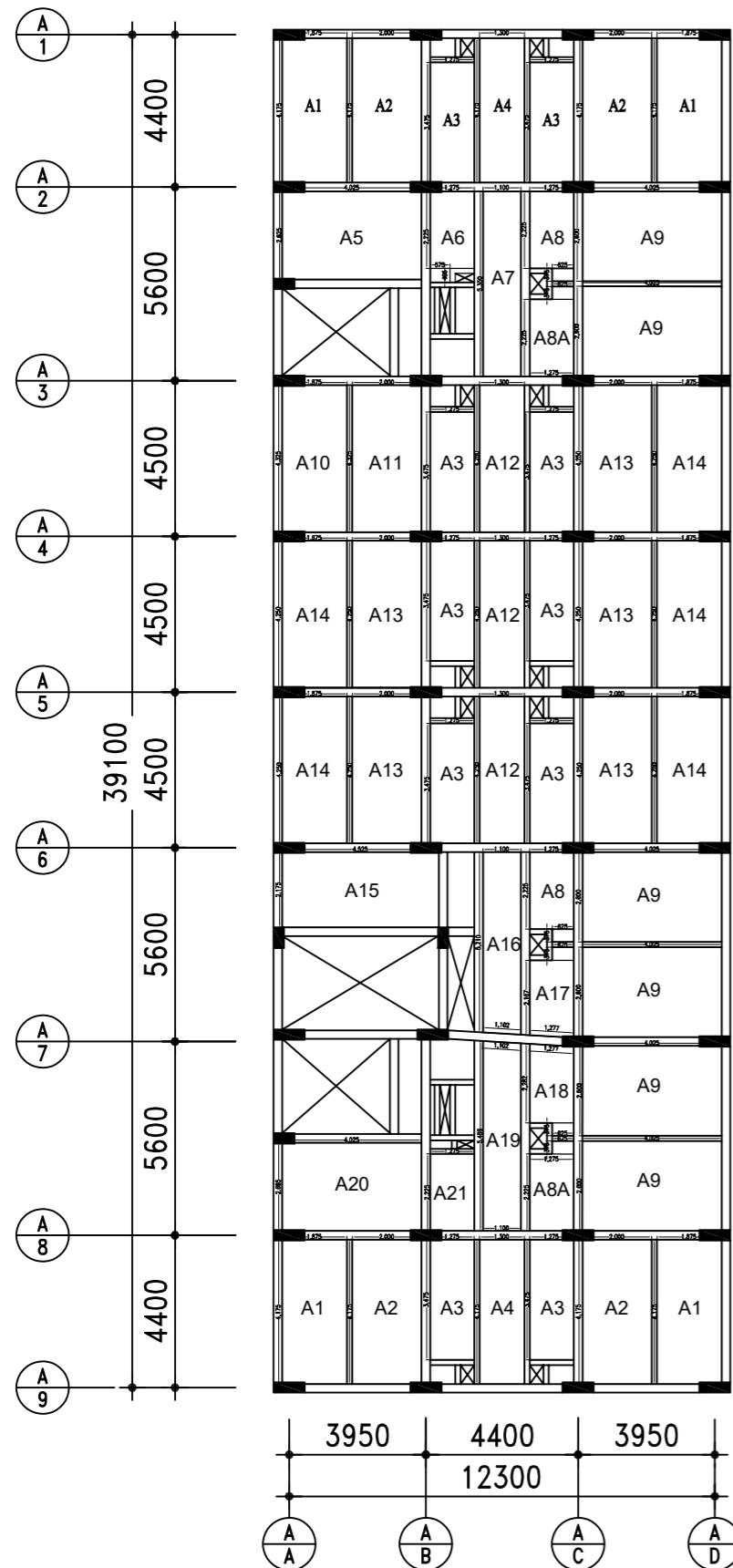
STR DENAH PELAT OVERTOPPING LANTAI 2 - LANTAI 15 TOWER A

DETAIL

NO **JUMLAH**

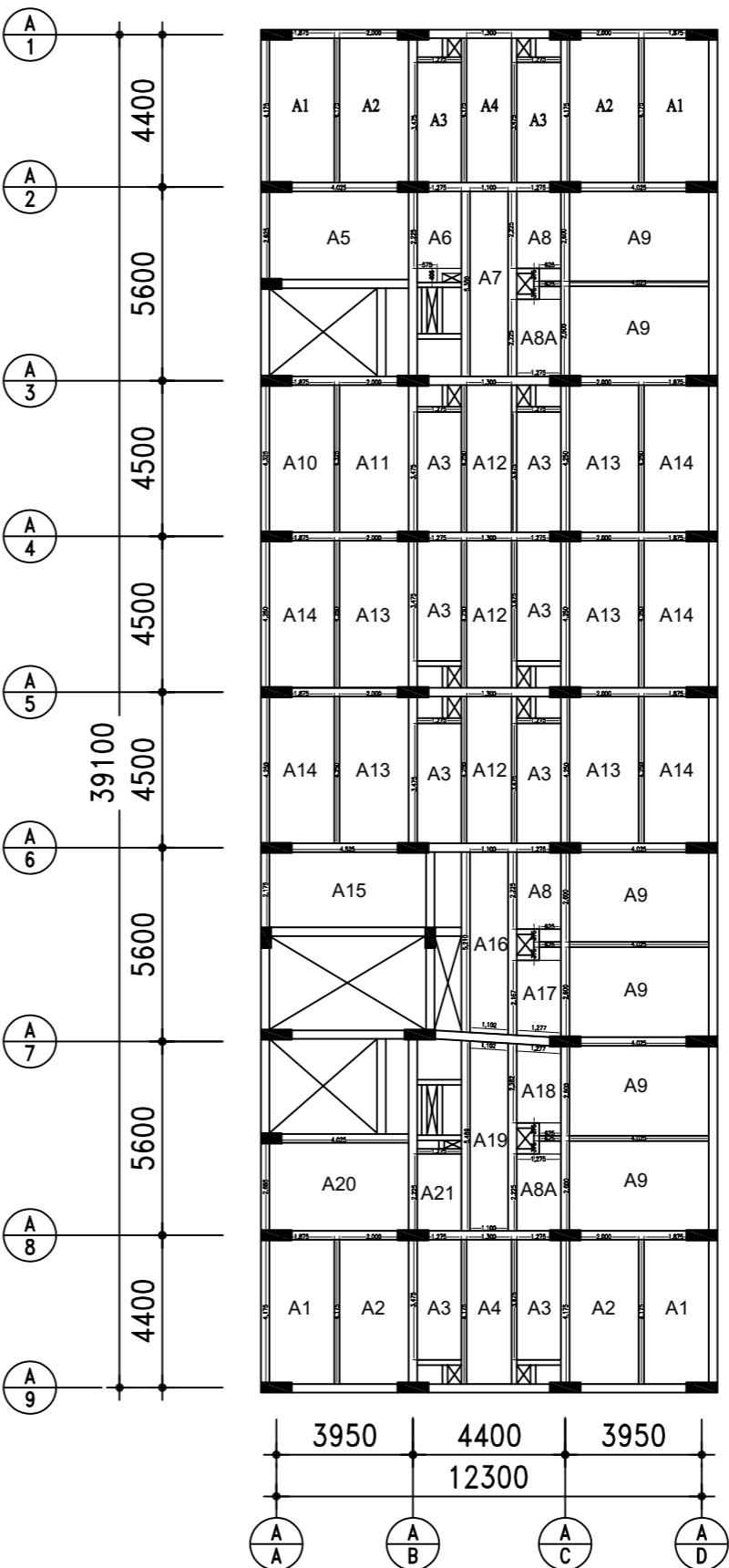
14 **22**

LANTAI 2-7



DENAH PELAT OVERTOPPING LANTAI 2 - LANTAI 7 TOWER A
skala 1 : 200

LANTAI 8-15



DENAH PELAT OVERTOPPING LANTAI 8 - LANTAI 15 TOWER A
skala 1 : 200



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International

Gedung Kartini Lt. 3 Kompleks Aipohmen Parmento Baskulf

Tel (021) 5365-1221 Fax (021) 5365-0882 Email: megatika@yahoo.com

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKUAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

KODE NAMA GAMBAR

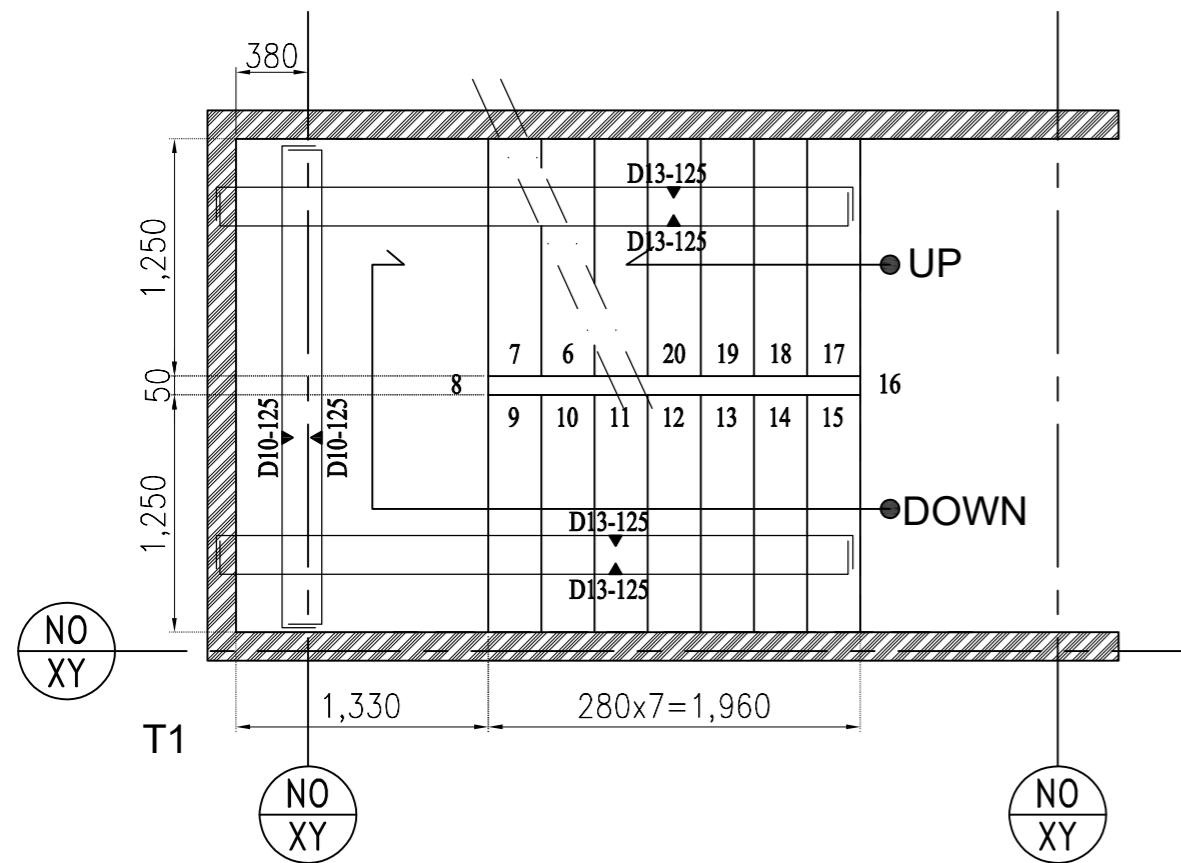
STR DENAH TANGGA TOWER A

DETAIL

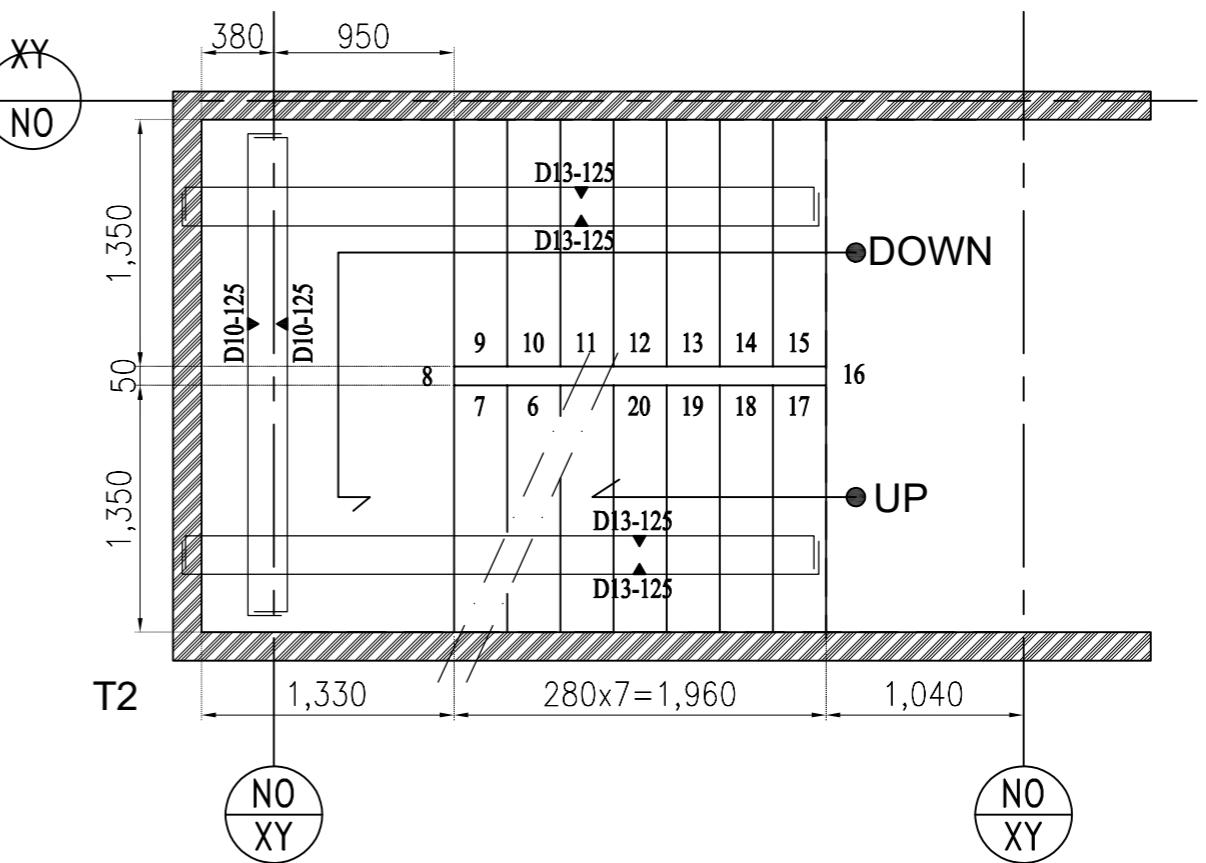
NO JUMLAH

15 **22**

SHEARWALL 1



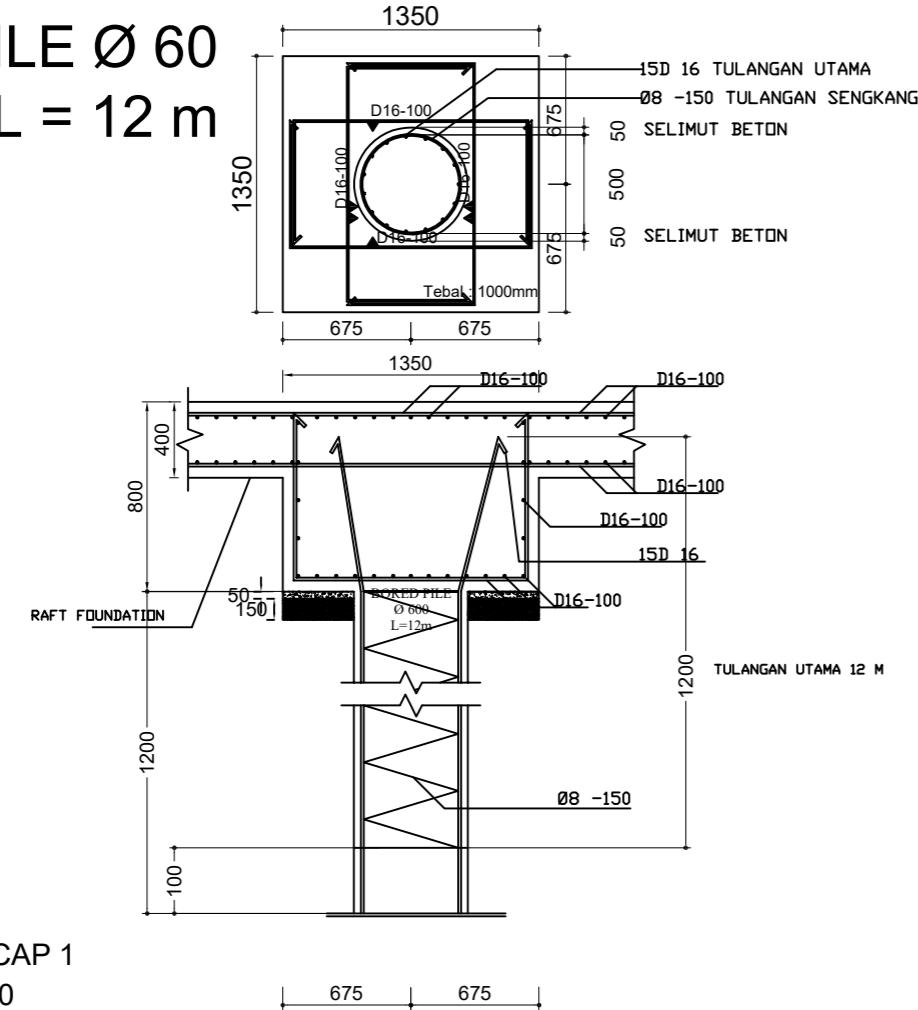
SHEARWALL 2



 **DENAH TANGGA TOWER A**
skala 1 : 20

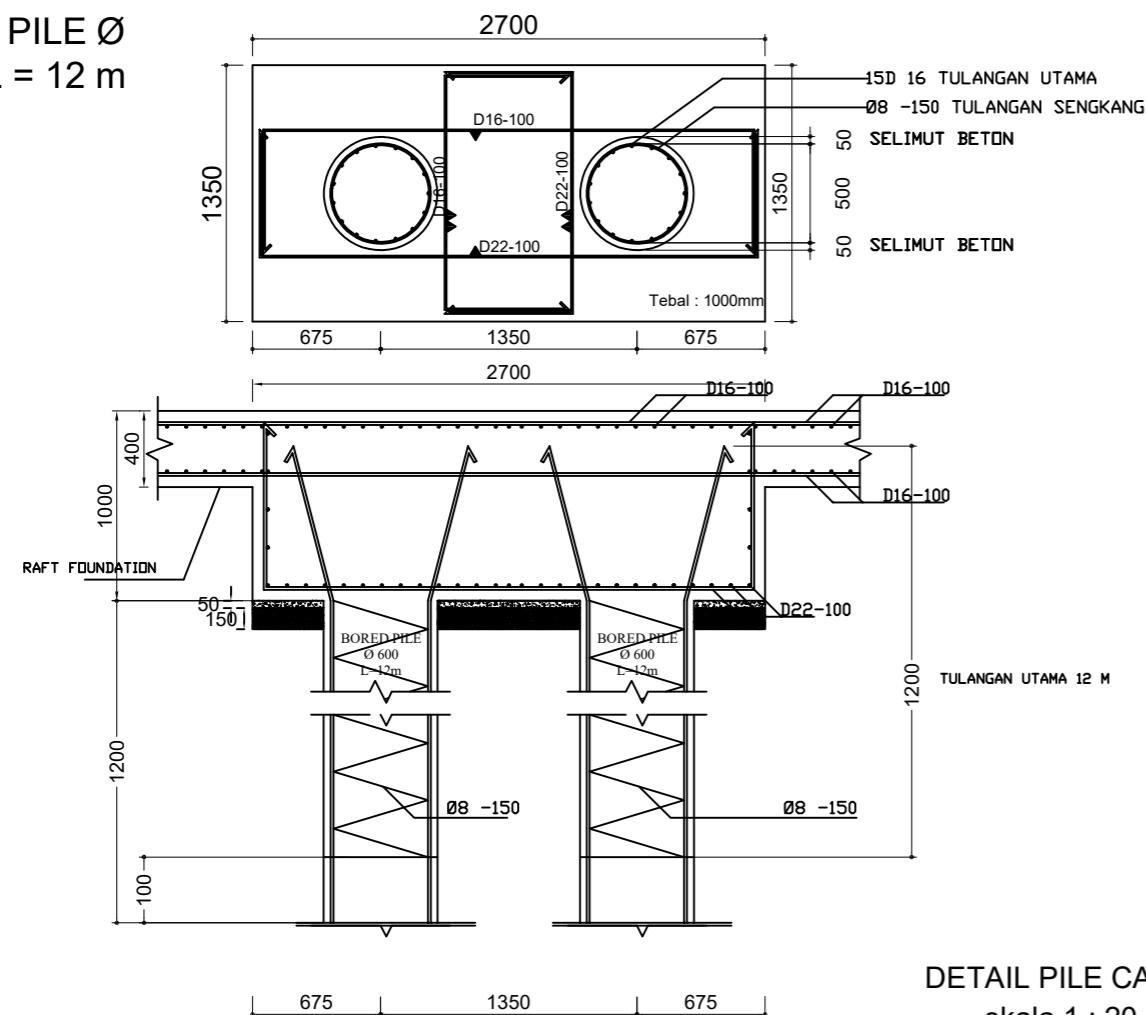
15 **22**

**BORED PILE Ø 60
cm ; L = 12 m**



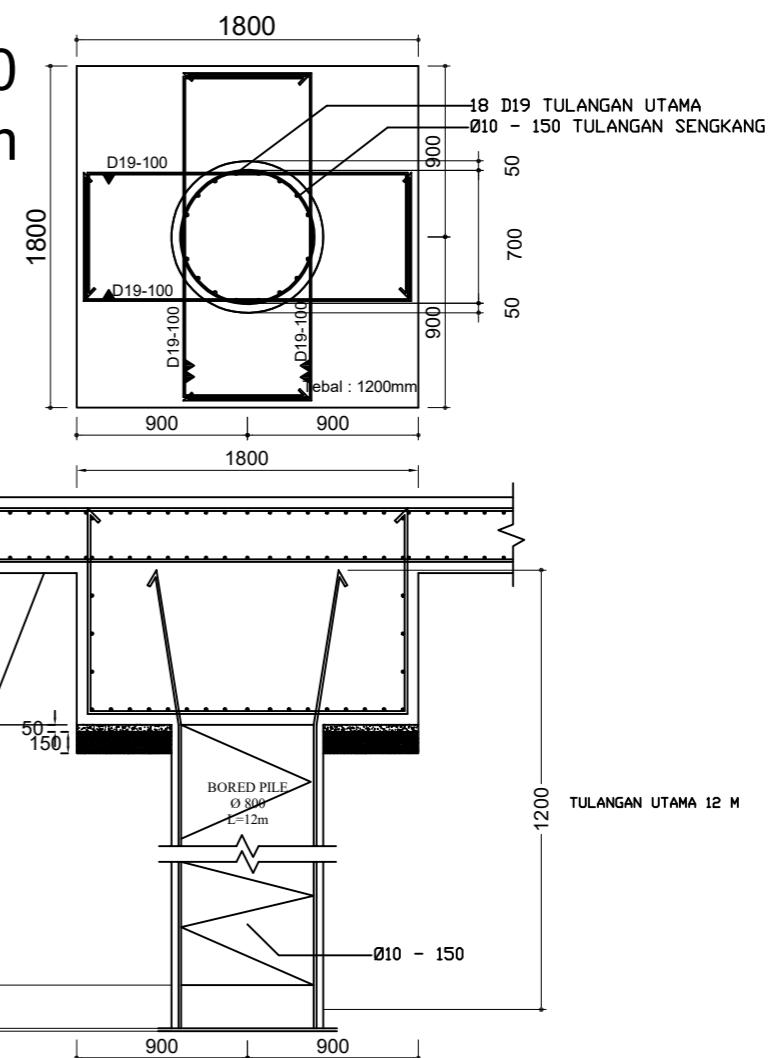
DETAIL PILE CAP 1
skala 1 : 20

**BORED PILE Ø
60 cm ; L = 12 m**



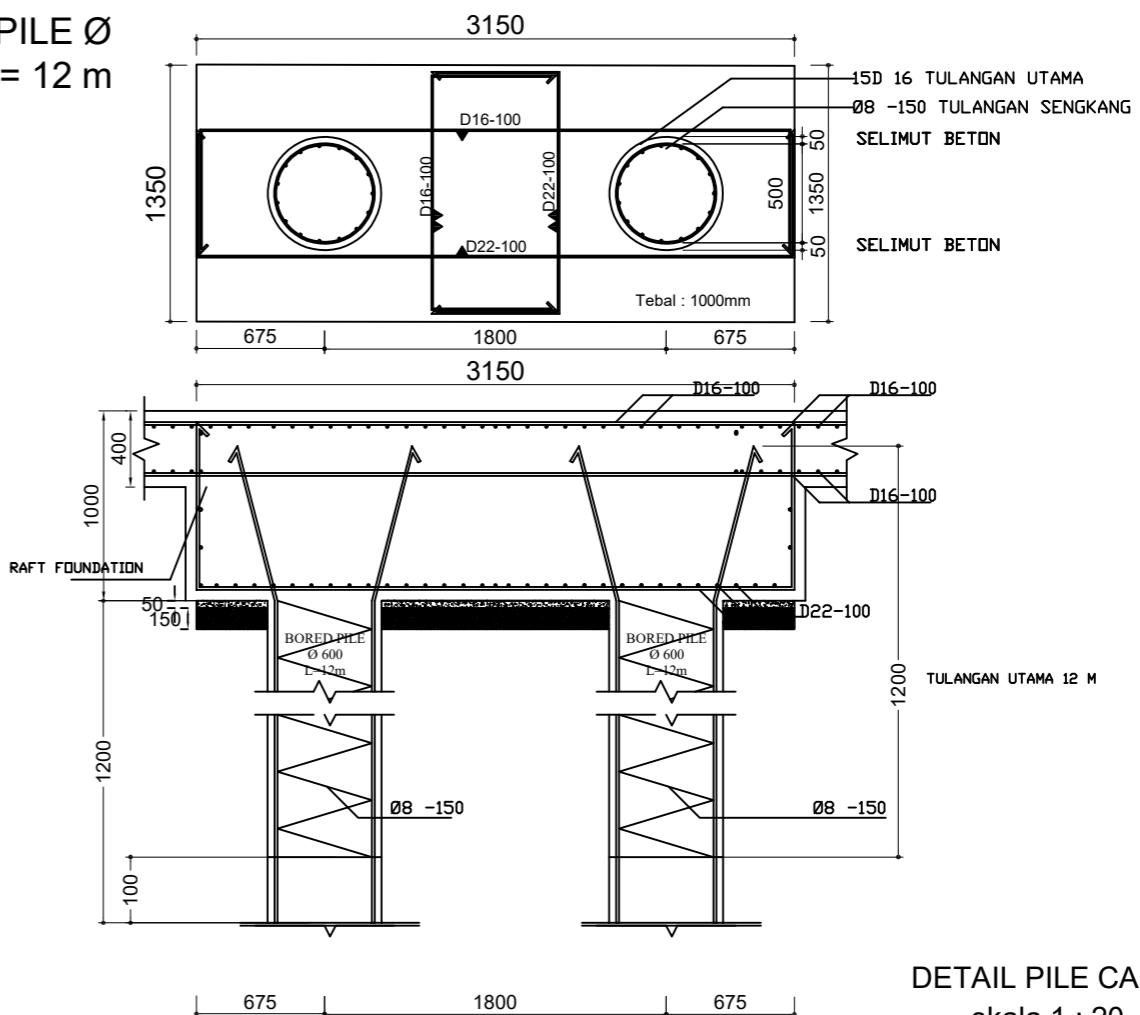
DETAIL PILE CAP 2
skala 1 : 20

**BORED PILE Ø 80
cm ; L = 12 m**



DETAIL PILE CAP 1

**BORED PILE Ø
60 cm ; L = 12 m**



DETAIL PILE CAP 2
skala 1 : 20



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPP
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBE

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR



JUDUL TUGAS AKHIR

PERHIT时UNG WAKTU DAN BIAYA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK DENGAN KONSTRUKSI LUMAH GAMPANG

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028



PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR



JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKUAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

KODE **NAMA GAMBAR**

STR DETAIL
TULANGAN
BALOK, KOLOM
& BORE PILE

DETAIL

NO **JUMLAH**

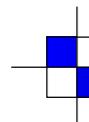
17 **22**

KODE BALOK	B1		B2		B3		
	POSISI	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR POTONGAN							
DIMENSI	250x500 mm	250x500 mm	250x400 mm	250x400 mm	150x300 mm	150x300 mm	
TUL. ATAS	4 D-16	2 D-16	4 D-16	2 D-16	4 D-13	2 D-13	
TUL. BAWAH	2 D-16	4 D-16	2 D-16	4 D-16	2 D-13	4 D-13	
TUL. RUSUK	2 Ø-10	2 Ø-10	-	-	-	-	
SENGKANG	Ø10-100	Ø10-150	Ø10-100	Ø10-150	Ø8-125	Ø8-125	
KAKI	2 kaki	2 kaki	2 kaki	2 kaki	2 kaki	2 kaki	

KODE KOLOM	K1		K2		K3		K4	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR POTONGAN								
DIMENSI	300x1000 mm	300x1000 mm	300x900 mm	300x900 mm	300x900 mm	300x900 mm	300x600 mm	300x600 mm
TULANGAN	18 D-19	18 D-19	18 D-19	18 D-19	18 D-16	18 D-16	10 D-16	10 D-16
SENGKANG	Ø10-100	Ø10-150	Ø10-100	Ø10-150	Ø10-100	Ø10-150	Ø10-100	Ø10-150
KAKI	5 kaki	5 kaki	5 kaki	5 kaki	5 kaki	5 kaki	2 kaki	2 kaki

KODE BORED PILE	BP-Ø60		BP-Ø80	
	GAMBAR POTONGAN			
DIMENSI	Ø-600 mm		Ø-800 mm	
TULANGAN	15 D-16		18 D-19	
TUL. RUSUK	-		-	
SENGKANG	Ø8-150		Ø10-150	
KAKI	2 kaki		2 kaki	

DETAIL TULANGAN BALOK, KOLOM & BORE PILE
skala 1 : 20





DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International

Gedung Karya II 3 Kompleks Akademik Pascasarjana
Jl. Prof. Dr. Perkembangan Raya, Jakarta 11530

Tel (021) 5363-0221 Fax (021) 5363-0280 Email: megatika@yahoo.com

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

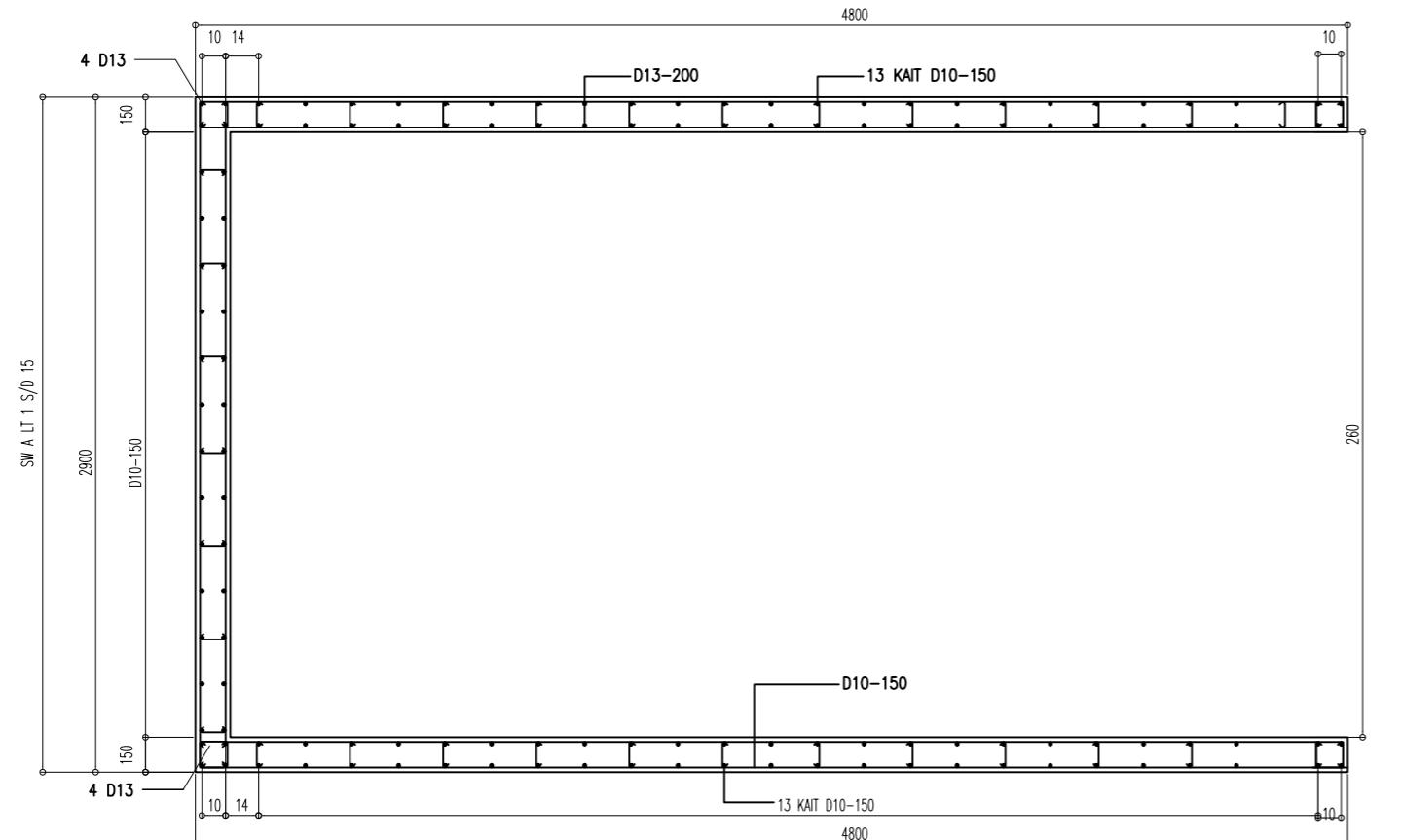
KODE NAMA GAMBAR

STR DETAIL SHEARWALL

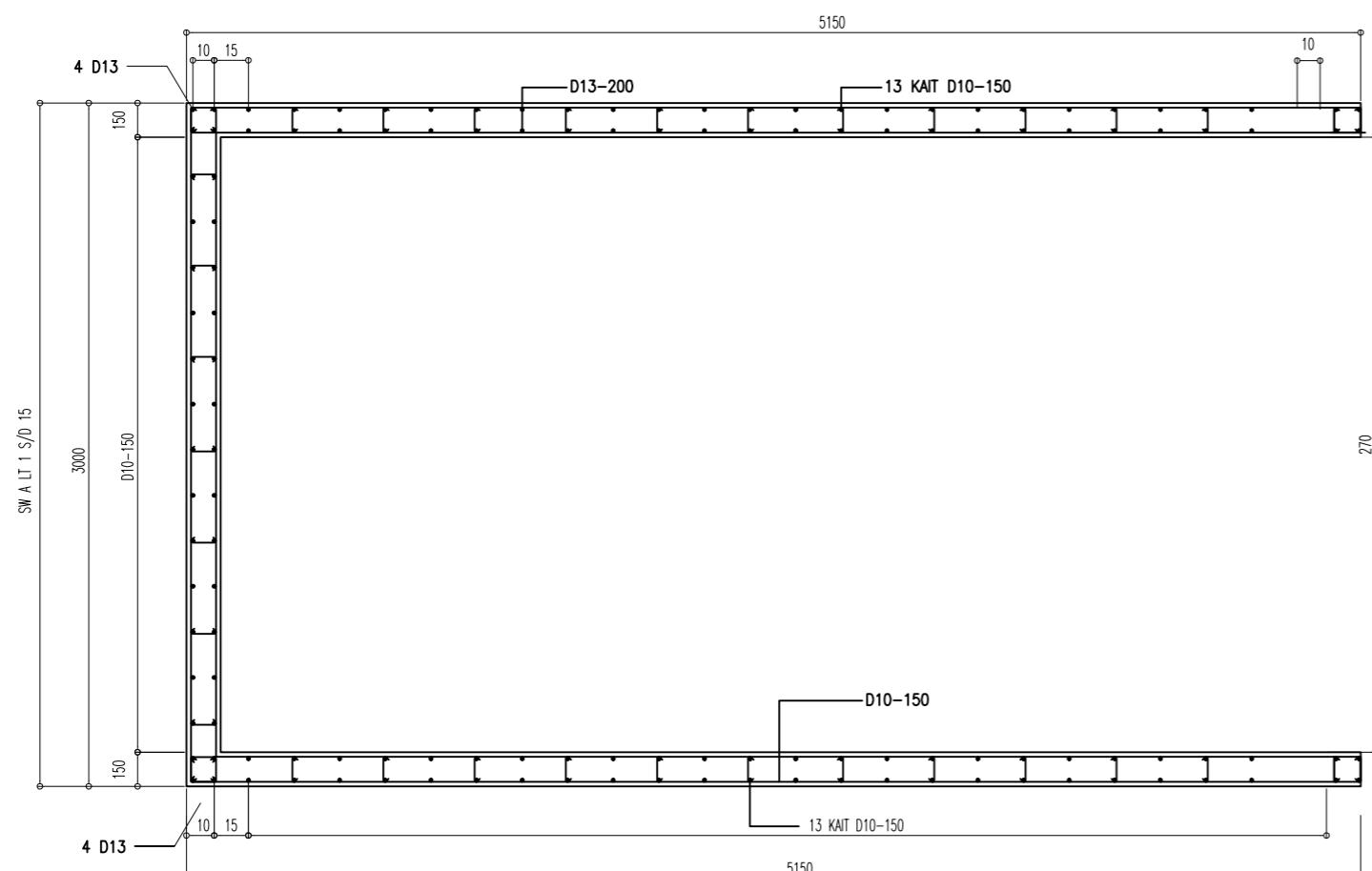
DETAIL

NO JUMLAH

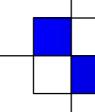
18 22



SHEARWALL 1

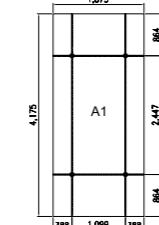
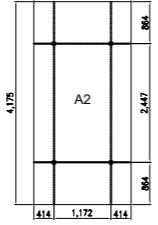
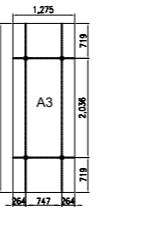
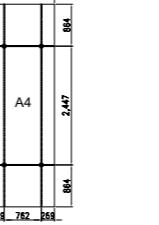
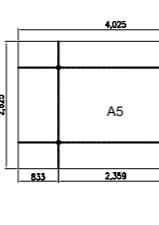
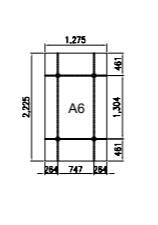
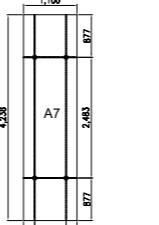
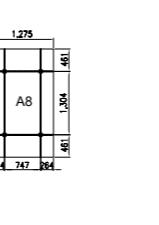
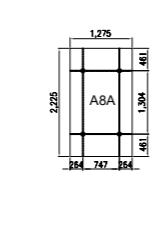
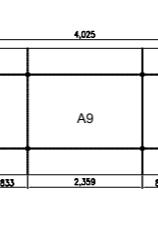
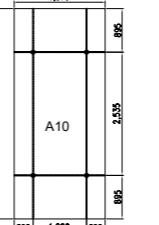
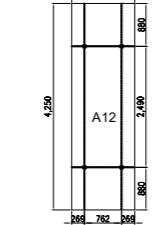
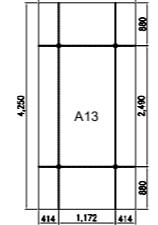
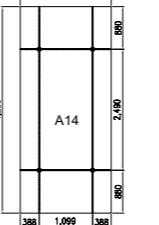
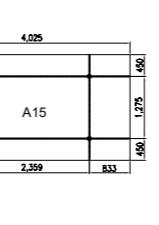
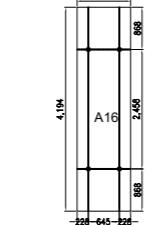
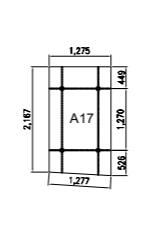
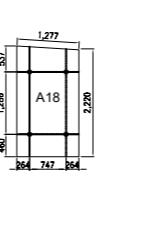
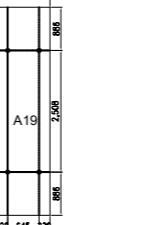
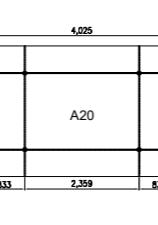
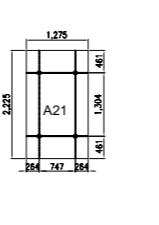


SHEARWALL 2

 DETAIL SHEARWALL
skala 1 : 20



DETAIL HALF SLAB PRECAST

4 BUAH		4 BUAH		8 BUAH		2 BUAH	
1 BUAH		1 BUAH		1 BUAH		1 BUAH	
1 BUAH		2 BUAH		1 BUAH		1 BUAH	
1 BUAH		2 BUAH		4 BUAH		1 BUAH	
1 BUAH		1 BUAH		1 BUAH		1 BUAH	
1 BUAH		1 BUAH					

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR

MEGATIKA
International
Gedung Kantor I.3 Kompleks A pertemuan Permatto Biekulf
Tel (021) 5365-1221 Fax (021) 5365-0882 megatika@yahoo.com

JUDUL TUGAS AKHIR

PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKUAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

KODE

STR

DETAIL HALF
SLAB PRECAST

DETAIL

NO

JUMLAH

19 22



DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

PEMILIK

PT. GUNAWANGSA PUTRA PERKASA
SURABAYA

ARSITEKTUR



PERHITUNGAN WAKTU DAN BIAYA
PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG
APARTEMEN GUNAWANGSA GRESIK
DENGAN KONSTRUKSI HALF SLAB

DOSEN PEMBIMBING

IR SUKOBAR, MT
NIP. 19571201 198601 1 002

MAHASISWA

VIDIA DWI KRISTANTI
NRP. 10111610013028

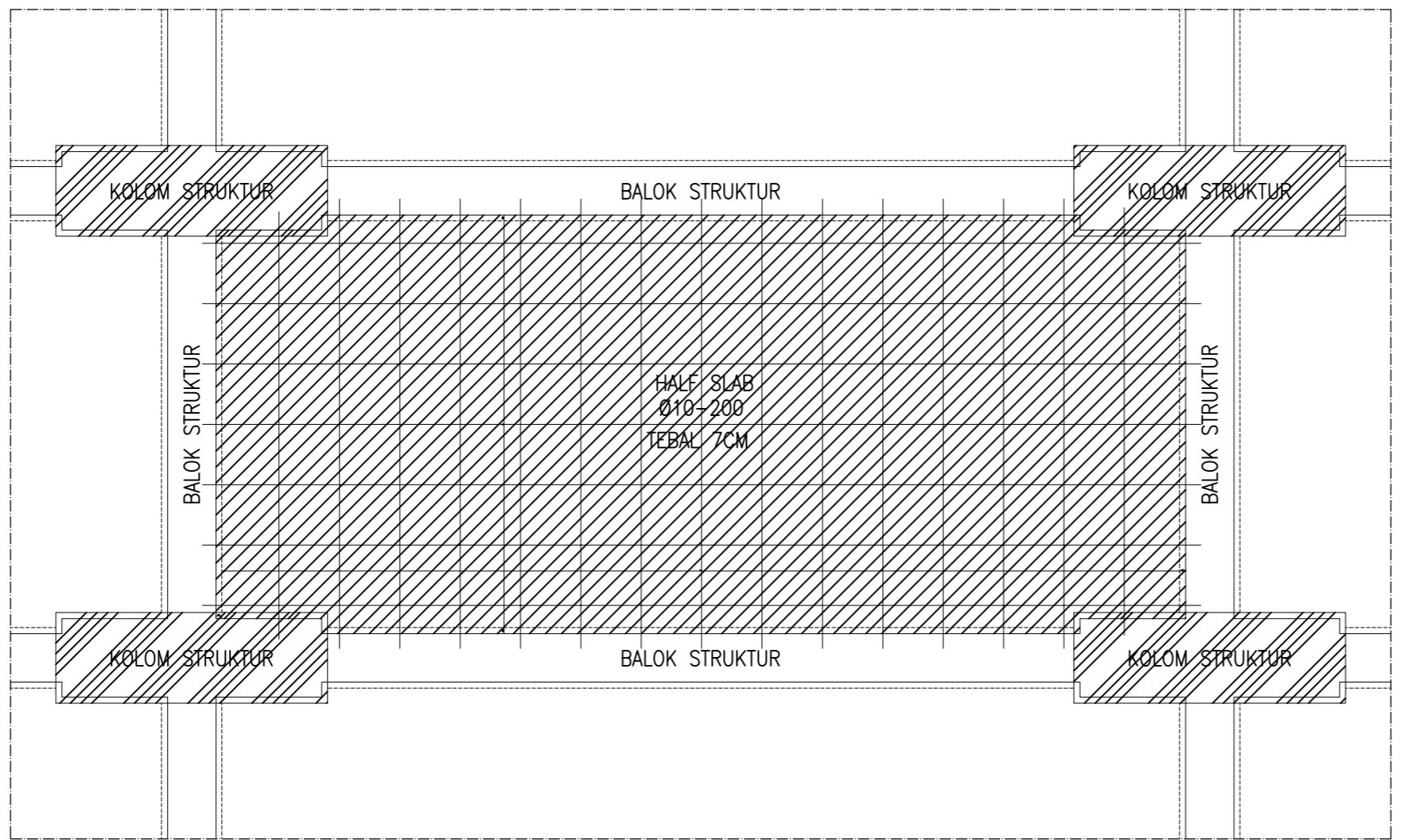
KODE NAMA GAMBAR

STR DETAIL TULANGAN HALF SLAB PRECAST

DETAIL

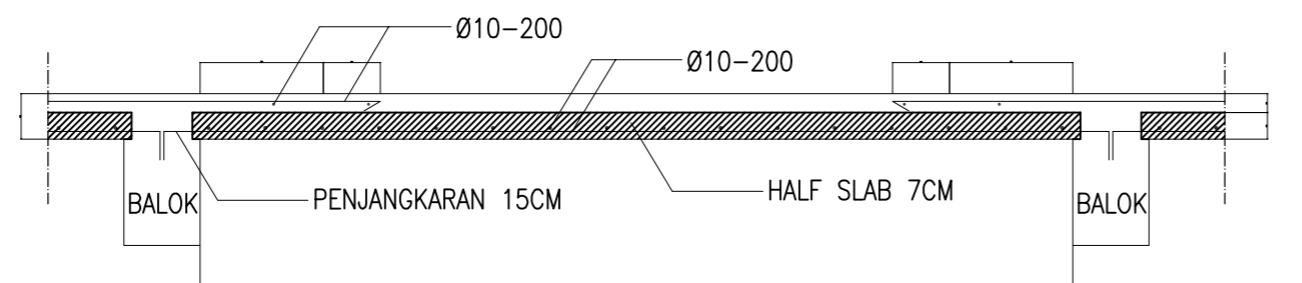
NO JUMLAH

20 **22**



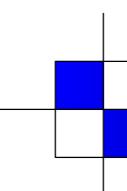
Ln = Bentang bersih yang panjang
Sn = Bentang bersih yang pendek

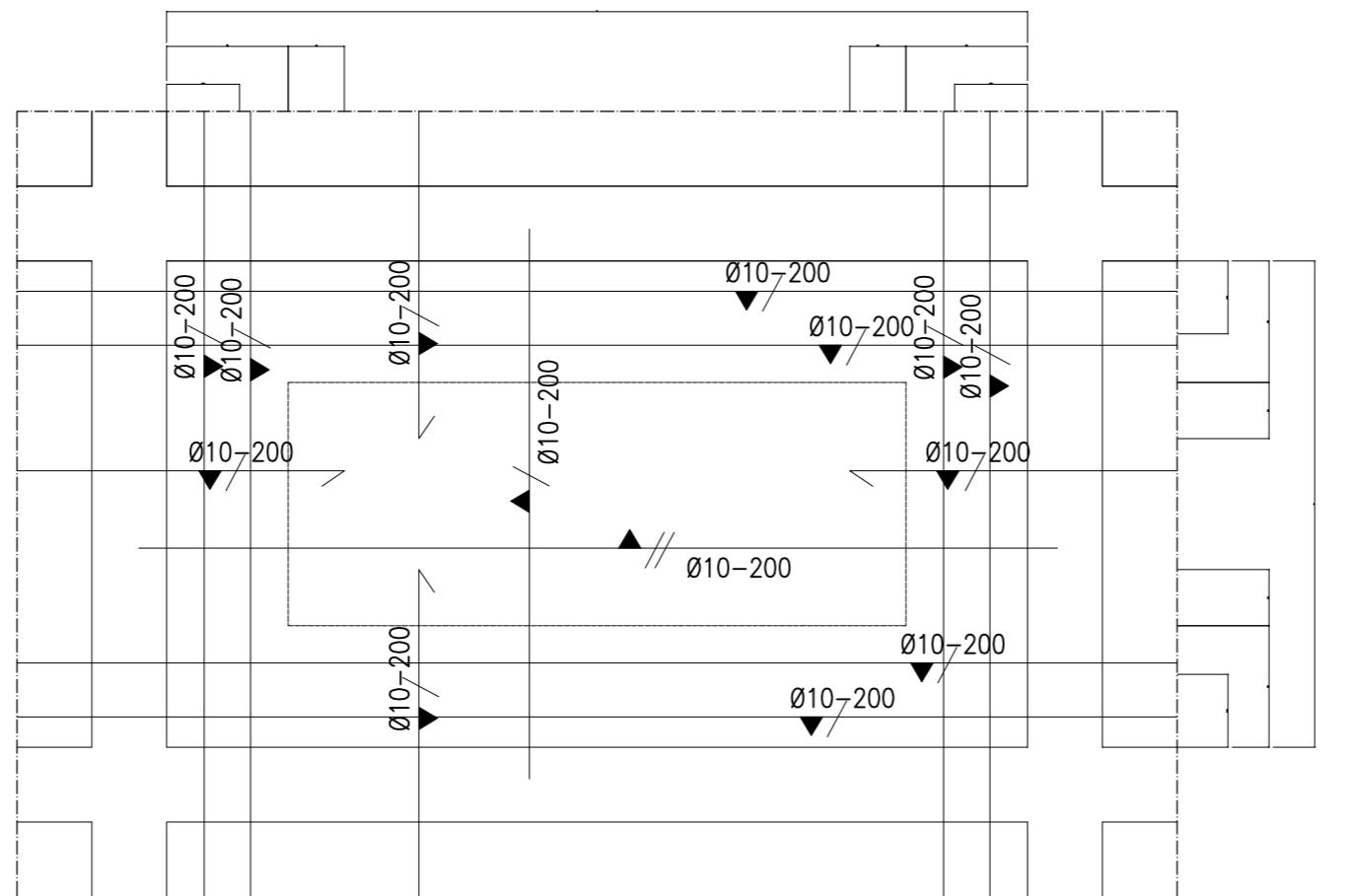
DENAH TIPIKAL PENULANGAN PELAT LANTAI



POTONGAN PELAT LANTAI

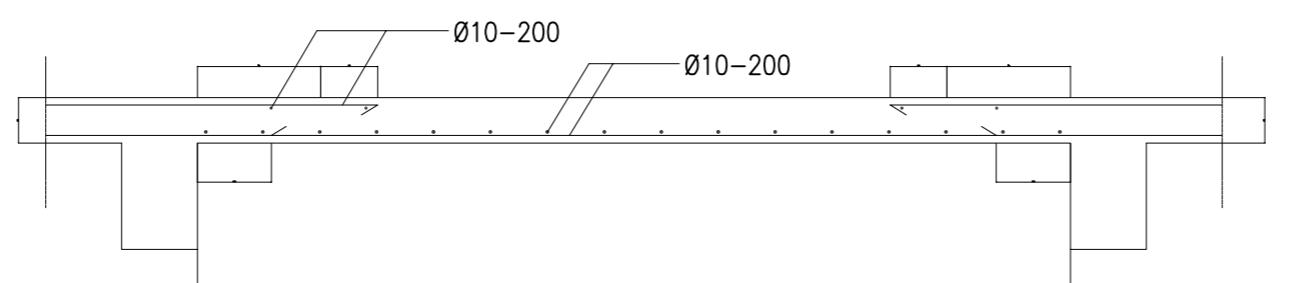
DETAIL TULANGAN HALF SLAB PRECAST
skala 1 : 20





Ln = Bentang bersih yang panjang
Sn = Bentang bersih yang pendek

DENAH TIPIKAL PENULANGAN PELAT LANTAI

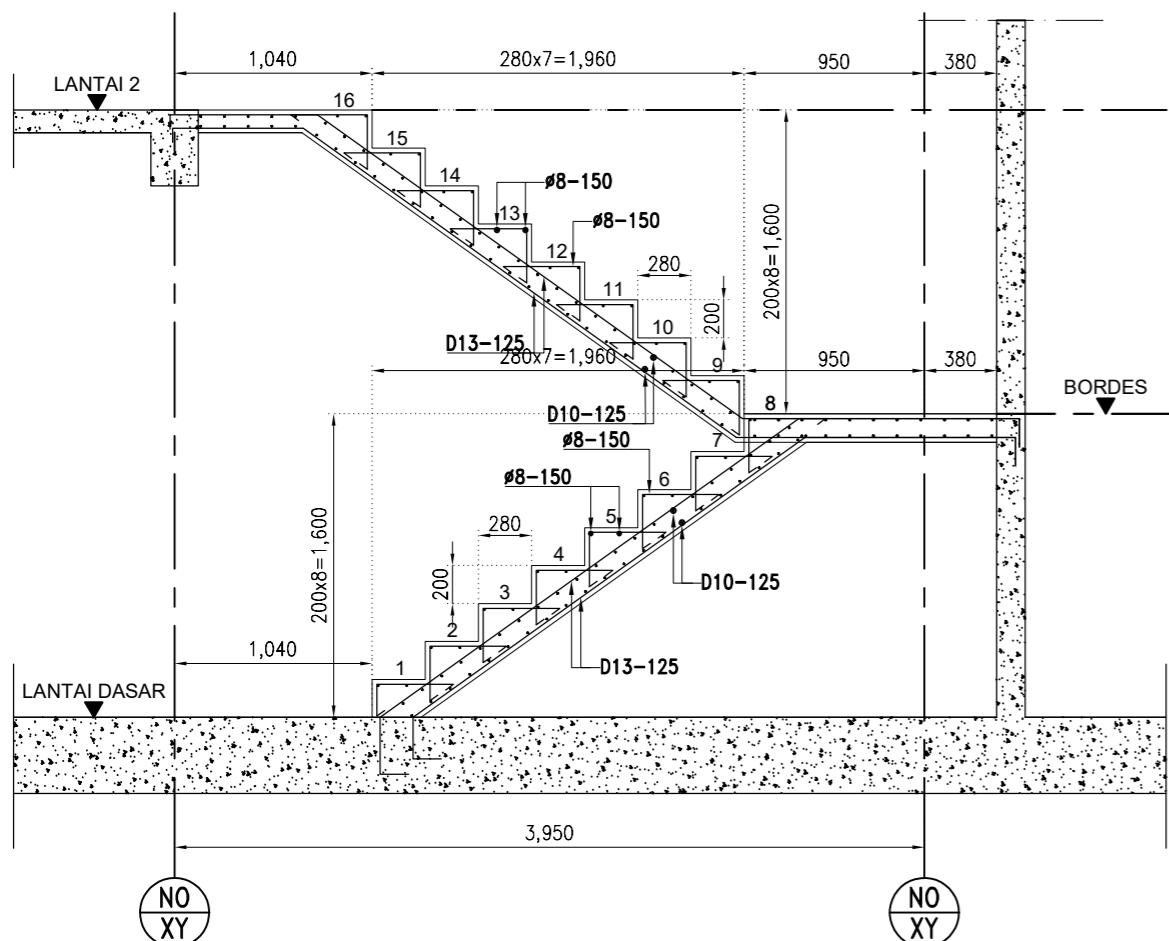


POTONGAN PELAT LANTAI

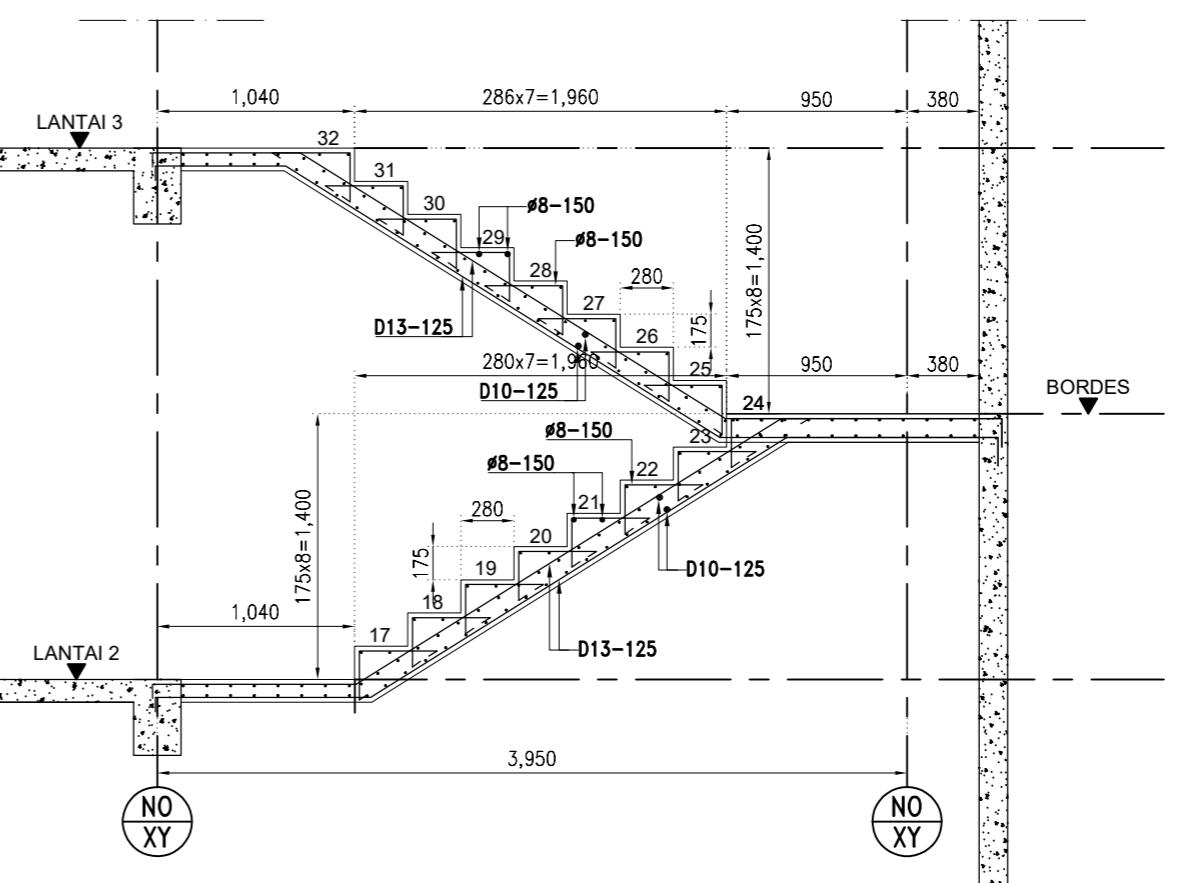
DETAIL PELAT OVERTOPPING
skala 1 : 20



LANTAI 1



LANTAI 2-10



DETAIL POTONGAN TANGGA
skala 1 : 20