



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU UNTUK
MENGATASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI @MERR,
SURABAYA**

ANGGA TEGAR DWICAHYANTO
NRP 10111410000053

Dosen Pembimbing:
Ir. SUKOBAR, MT.
NIP 19571201 198601 1 002

Program Studi Diploma Empat Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018



TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU UNTUK
MENGATASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI @MERR,
SURABAYA**

**ANGGA TEGAR DWICAHYANTO
NRP 10111410000053**

**Dosen Pembimbing:
Ir. SUKOBAR, MT.
NIP 19571201 198601 1 002**

**Program Studi Diploma Empat Teknik Sipil
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2018**



FINAL PROJECT - RC 145501

**COST AND TIME CALCULATION TO OVERCOME
DELAY AT TAMAN MELATI APARTMENT
@MERR, SURABAYA**

ANGGA TEGAR DWICAHYANTO
NRP 10111410000053

Dosen Pembimbing:
Ir. SUKOBAR, MT.
NIP 19571201 198601 1 002

Bachelor Program
Civil Infrastructure Engineering Departement
Vocational Faculty
Sepuluh Nopember Institute of Technology
Surabaya
2018

**LEMBAR PENGESAHAN
PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU UNTUK
MENGATASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI @MERR,
SURABAYA**

TUGAS AKHIR TERAPAN

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Terapan Teknik
pada
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil
Fakultas Vokasi
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya, 26 Juli 2018

Disusun oleh:



Angga Tegar Dwicahyanto
1011141000053

30 JUL 2018





BERITA ACARA
TUGAS AKHIR TERAPAN
 PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL
 FAKULTAS VOKASI ITS

No. Agenda :
 041523/IT2.VI.8.1/PP.05.02/2018

Tanggal : 16 Juli 2018

Judul Tugas Akhir Terapan	Perhitungan Biaya Dan Waktu Untuk Mengatasi Keterlambatan Pada Proyek Apartemen Taman Melati @MERR Surabaya		
Nama Mahasiswa	Angga Tegar D	NRP	10111410000053
Dosen Pembimbing 1	Ir. Sukobar, MT. NIP 19571201 198601 1 002	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	NIP -	Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
1. Biaya dari proposal C-11 + detail II bodi? Berdikar dengan polidip T.A.	Ir. Sukobar, MT. NIP 19571201 198601 1 002
1. Apakah biaya bahan dan tenaga kerja untuk polidip dan tenaga? Berdikar dengan polidip T.A. 2. Kenaikan harga bahan & tenaga? Berdikar dengan polidip T.A. 3. Curva "S"	Afif Navir Revani, ST. MT NIP 19840919 201504 1 001
1. Kenaikan harga bahan dan tenaga? Berdikar dengan polidip T.A. 2. Apakah biaya bahan dan tenaga? Berdikar dengan polidip T.A. 3. Apakah biaya bahan dan tenaga? Berdikar dengan polidip T.A. 4. Apakah biaya bahan dan tenaga? Berdikar dengan polidip T.A. 5. Apakah biaya bahan dan tenaga? Berdikar dengan polidip T.A.	Ir. A. Yusuf Z, PG. Plg NIP 19610608 198601 1 001
	NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
Ir. Sukobar, MT. NIP 19571201 198601 1 002	Afif Navir Revani, ST. MT NIP 19840919 201504 1 001	Ir. A. Yusuf Z, PG. Plg NIP 19610608 198601 1 001	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
	Ir. Sukobar, MT. NIP 19571201 198601 1 002	NIP -



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. Angga Tegar Dwicahyanto 2
NRP : 1. 10111410000053 2
Judul Tugas Akhir : Perhitungan Biaya dan waktu untuk mengatasi Keterlambatan pada proyek Apartemen Taman Melati @MERR, Surabaya
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
1	9 Feb 2018	1. Gambar denah Lt. 7-14 (ada)		
		2. Elevasi per lantai (ada)		
		3. Penulangan dan dimensi balok, plat, kolom, sw (ada) tangga (belum ada)		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		4. Data yg kelum ada lengkapi		
		5. Spek mutu beton (ada)		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Balok & Plat $f_c' 25$ (+ tangga)		
		- Kolom & Sw $f_c' 42$		
		- Mutu baja (σ) : 250 MPa (D) : 390 MPa		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		6. Kurva S (ada)		
7. Total Nilai kontrak (ada)				
8. Hitung biaya & waktu Lt. 7-14 berdasarkan kurva s & bar chart		<i>[Signature]</i> B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>		
9. Tentukan item pekerjaan.				
2	13 Feb 2018	1. Cek Nilai biaya Lt 7-14 Rincian kontrak dg bobot di schedule kurva s.	<i>[Signature]</i>	B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		2. Gambar sudah lengkap		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
3	14 Feb 2018	1. Cek harga /m ²	<i>[Signature]</i>	
		2. Tentukan item, pilih metode, alat, Network Planning, survey harga bahan & alat.		

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



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. Angga Tegar D. 2
NRP : 1. 10111410000053 2
Judul Tugas Akhir : Perhitungan Biaya dan waktu untuk mengatasi keterlambatan pada proyek Apartemen Taman Melati, @MERR, Surabaya
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
4	23 Feb 2018	- Bandingkan dg harga toko Charga besi di hanil dg toko bangunan)		B	C	K
		- Perancah bekisting dihitung juga. - Revisi Network Planning.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	1 Maret 2018	- Revisi NP dg metode yg dipilih (buat per minggu)		B	C	K
		- Balok, plat, kolom, sw diberi nomor		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	9 Maret 2018	- NWP hingga Lt. 14 - Hitung volume.				
7	22 Maret 2018	- Perhitungan dudukan (buat bestat)			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Cek lagi Network pada bongkar & pasang bekisting.				
8	3 April 2018	- Balok telk menggemakan samb. lewatan di sekitar kolom		B	C	K
		- Gambar bestat yg mewakili. Sisanya ditulis biasa.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Tul. Plat sesuai gambar yg skala 1:100. dihitung kebutuhan per m ² lalu dikalikan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

- Revisi overlap tul. balok
 - Volume pengecoran dikurangi
 dg volume besi



ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. Angga Tegar Dwicahyanto 2
NRP : 1. 101141000053 2
Judul Tugas Akhir : Perhitungan biaya dan waktu untuk mengatasi keterlambatan pada proyek Apartemen Taman Melati @MERR, Surabaya.
Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
9	13 April 2018	1. Bandingkan kebutuhan m ³ beton-tulangan dg HSPK				
		2. Bestat dilampirkan.		B	C	K
		3. Pelajari HSPK & Sudrajat diasistensikan lagi senin.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10	30 April 2018	1. Untuk lembur, yg dikali koef. lembur adl jumlah batang (misal untuk penulangan).		B	C	K
		2. Batok dilanjutkan utk perhitungan kebutuhan tulangan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. Plat digambar tulangan w/ sampel 1 lantai.		B	C	K
		4. Hitung waste tulangan.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11	17 Mei 2018	1. bekisting balok gunakan support scaffolding		B	C	K
		2. Untuk penggunaan berulang gunakan rata ² (Coedrajat Hal.85)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		3. biaya plat baja untuk las dicari		B	C	K
		4. breakdown perhitungan bekisting untuk mencari lembaran		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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



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

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

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. Angga Tegar D. 2
NRP : 1. 101141000053 2
Judul Tugas Akhir : Perhitungan Biaya dan Waktu untuk mengatasi keterlambatan pada proyek Apartemen Taman Melati @MERR, Surabaya
Dosen Pembimbing : Ir. Sukbar, MT.

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
12	31 Mei 2018	- Jarak kayu mengikuti scaffolding yang ada di pasaran				
		- Lanjut ke RAP		B	C	K
13	8 Juni 2018	- RAP tanpa PPN 10%		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- pembulatan han kerja di akhir				
14	22 Juni 2018	- Durasi di kurva S digunakan				
		durasi pemasangan.		B	C	K
		- Operator TC ganti shift		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Sesuai lama pekerjaan.				
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				B	C	K
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

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

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU UNTUK
MENGATASI KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI @MERR, SURABAYA**

Nama Mahasiswa : Angga Tegar Dwicahyanto
NRP : 10111410000053
Jurusan : Diploma-IV Departement Teknik
Infrastruktur Sipil

Dosen Pembimbing : Ir. Sukobar MT.
NIP : 19571201 198601 1 002

Abstrak

Proyek Apartemen Taman Melati yang berlokasi di Jl. Mulyorejo Utara No. 201, Surabaya merupakan proyek yang dimiliki oleh PT. Adhi Persada Properti. Proyek ini memiliki 33 lantai termasuk lantai atap dek beton, dengan luas bangunan ±52.332 m².

Dalam pelaksanaannya, pada minggu ke 18 pengerjaan atau pada lantai 6, proyek ini mengalami keterlambatan hingga 4,4% dari target rencana atau terlambat 11 hari, dan dilakukan pergantian kontraktor untuk melaksanakan sisa pekerjaan. Oleh karena itu, diperlukan perhitungan waktu dan biaya dari sisa pekerjaan untuk mengatasi keterlambatan yang telah terjadi.

Perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan didasarkan pada penyusunan alternatif percepatan yang sudah ditentukan, yaitu kerja lembur. Perhitungan ini didasarkan pada teori dan ilmu dari beberapa referensi serta dikaitkan dengan kondisi lapangan.

Dengan menerapkan metode yang sudah ditentukan, diperoleh durasi pekerjaan selama 48 hari kalender dari target selama 52 hari kalender, selain itu diperoleh biaya pelaksanaan senilai Rp 15.759.817.249,42.

Kata kunci: keterlambatan, penjadwalan, biaya pelaksanaan, kurva S

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

**COST AND TIME CALCULATION TO OVERCOME
DELAY AT TAMAN MELATI APARTMENT @MERR,
SURABAYA**

Student's Name : Angga Tegar Dwicahyanto
NRP : 10111410000053
Major : D-IV, Civil Infrastructure
Engineering
Lecture Adviser : Ir. Sukobar MT.
NIP : 19571201 198601 1 002

Abstract

Taman Melati Apartment project located at Jl. Mulyorejo Utara No. 201 Surabaya is a project owned by PT. Adhi Persada Property. The project has 33 floors including a concrete roof deck with building area of $\pm 52.332 \text{ m}^2$.

In its implementation, at the 18th week of work or on the 6th floor, the project was showing a delay up to 4,4% of the planned target or exactly 11 days of delay. The replacement of the contractor has to carry out the rest of the work. Therefore, it is necessary to calculate the time and cost of the remaining work to overcome the delays that have occurred.

The calculation of time and cost is based on alternative method that has been determined, ie overtime work. This calculation is based on the theory and calculation method of several references and is associated with field condition.

By applying the predetermined method, the duration of work is obtained for 48 calendar days from the target for 52 calendar days, and work cost worth Rp 15.759.817.249,42.

Keywords: delay, scheduling, cost of work, S curve.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

KATA PENGANTAR

Puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah S.W.T atas rahmat, hidayah serta inayah yang telah diberikan sehingga kami dapat menyelesaikan tugas akhir terapan kami yang berjudul **“Perhitungan Biaya dan Waktu Untuk Mengatasi Keterlambatan pada Proyek Apartemen Taman Melati @MERR, Surabaya”**. Ucapan terima kasih kami ucapkan pula kepada:

1. Kedua orang tua, saudara dan keluarga yang telah memberikan kami banyak dukungan dan bantuan baik doa, moral maupun material,
2. Bapak Ir. Sukobar, MT. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan masukan, dorongan serta pengarahan atas proses pengerjaan tugas akhir kami,
3. Teman – teman angkatan 2014, kelas B 2014, Anizzibda Chahya Khildani, serta semua pihak yang telah banyak memberi support dalam proses penyusunan tugas akhir kami, serta
4. Berbagai pihak yang juga turut membantu kelancaran proses dan kesuksesan pelaksanaan tugas akhir kami

Penyusun menyadari jika dalam laporan akhir ini masih memiliki banyak kekurangan sehingga kami memohon kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan laporan akhir ini.

Kami berharap jika penyusunan laporan tugas akhir kami ini dapat berguna dalam rangka menambah wawasan serta pengetahuan pembaca, khususnya mahasiswa Departement Teknik Infrastruktur Sipil, Fakultas Vokasi ITS mengenai analisa manajemen konstruksi.

Surabaya, 12 Juli 2018

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

<i>Abstrak</i>	i
<i>Abstract</i>	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Umum	5
2.2 Item Pekerjaan	5
2.3 Perhitungan Volume	9
2.3.1 Perhitungan Volume Pembesian.....	9
2.3.2 Perhitungan Volume Bekisting.....	10
2.3.3 Perhitungan Volume Pengecoran	11
2.4 Perhitungan Durasi.....	12
2.4.1 Pekerjaan Pembesian	12
2.4.2 Pekerjaan Bekisting	14
2.4.3 Pekerjaan Pengecoran.....	15
2.5 Alat Berat dan Alat Pendukung	16
2.5.1 <i>Tower Crane</i>	16
2.5.2 <i>Concrete Bucket</i>	18
2.6 Penjadwalan Proyek.....	19
2.7 <i>Network Planning</i>	21
2.7.1 <i>Precedence Diagram Method (PDM)</i>	21
2.8 Produktivitas	30
2.9 Komponen Biaya	31
2.10 Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3).....	34

BAB III METODOLOGI	37
3.1 Uraian Umum.....	37
3.2 Uraian Metodologi	37
3.3 Analisis Data	38
3.3.1 Analisa Aktivitas Sisa Pekerjaan dan Keterlambatan	38
3.3.2 Menentukan Metode Pelaksanaan.....	38
3.3.3 Menghitung Volume Sisa Pekerjaan.....	38
3.3.4 Perhitungan Durasi	39
3.3.5 Penjadwalan Proyek.....	39
3.3.6 Perhitungan Anggaran Biaya Pelaksanaan	39
3.3.7 Kesimpulan dan Saran	39
3.4 Tahapan Analisa.....	39
BAB IV DATA PROYEK.....	43
4.1 Data Umum Proyek.....	43
4.2 Data Fisik Bangunan	43
4.2.1 Pembagian Zona	43
4.2.2 Data Kolom.....	44
4.2.3 Data Balok	45
4.2.4 Data <i>Shearwall</i>	46
4.2.5 Data Plat.....	47
4.2.6 Data Tangga.....	47
BAB V PEMBAHASAN	49
5.1 Metode Pelaksanaan.....	49
5.1.1 Pekerjaan Kolom dan <i>Shearwall</i>	49
5.1.2 Pekerjaan Balok dan Plat	52
5.1.3 Pekerjaan Tangga.....	55
5.2 Pengendalian Mutu (<i>Quality Control</i>).....	57
5.2.1 Tulangan	57
5.2.2 Bekisting	58
5.2.3 Beton <i>Ready Mix</i>	59
5.2.4 Pelaksanaan Pengecoran Beton.....	62
5.2.5 Perawatan Beton	63
5.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)	64

5.3.1 Umum	65
5.3.2 Pekerjaan Pembesian	72
5.3.3 Pekerjaan Bekisting	73
5.3.4 Pekerjaan Pengecoran	73
5.3.5 Pekerjaan Pembongkaran Bekisting	74
5.3.6 K3 Tower Crane	74
5.4 Perhitungan Biaya dan Waktu.....	75
5.4.1 Analisa Keterlambatan.....	75
5.4.2 Perhitungan Kolom.....	76
5.4.3 Perhitungan <i>Shearwall</i>	106
5.4.4 Perhitungan Balok	139
5.4.5 Perhitungan Plat.....	172
5.4.6 Perhitungan Tangga	204
5.4.7 Perhitungan <i>Tower Crane</i>	234
5.5 Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan.....	242
5.6 Analisa Selisih Biaya	247
BAB VI PENUTUP	251
6.1 Kesimpulan	251
6.2 Saran	251
DAFTAR PUSTAKA.....	253

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1: Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Kolom	6
Gambar 2. 2: Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Shearwall	7
Gambar 2. 3: Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Balok, Plat, dan Tangga	8
Gambar 2. 4: Bentuk Precedence Diagram Method	23
Gambar 2. 5: Konstrain Finish to Start	24
Gambar 2. 6: Konstrain Start to Start	25
Gambar 2. 7: Konstrain Finish to Finish	25
Gambar 2. 8: Konstrain Start to Finish	26
Gambar 2. 9: Menghitung ES dan EF	26
Gambar 2. 10: Menghitung LS dan LF	28
Gambar 2. 11: Grafik indikasi menurunnya produktivias akibat lembur	30
Gambar 3. 1: Flowchart Analisa Tugas Akhir Terapan	41
Gambar 4. 1. Pembagian Zona	44
Gambar 5. 1: Contoh pengukuran jarak tulangan pada tulangan kolom	58
Gambar 5. 2: Alat Bantu Unting-unting untuk Mempermudah Pengecekan Bekisting	59
Gambar 5. 3: Perhitungan Nilai Slump	61
Gambar 5. 4: (a) Proses Uji Tekan Beton, (b) Hasil Uji Tekan Beton	62
Gambar 5. 5: (a) Penggunaan Vibrator untuk Pengecoran Kolom, (b) Compressor yang Digunakan untuk Pembersihan Bekisting.	63
Gambar 5. 6: Salah Satu Proses Curing Beton	64
Gambar 5. 7: Sabuk Pengaman	67
Gambar 5. 8: Safety Helmet	67
Gambar 5. 9: Sarung Tangan Pengaman	68
Gambar 5. 10: Safety Shoes	68
Gambar 5. 11: Masker	69

Gambar 5. 12: Kacamata Pelindung	69
Gambar 5. 13: Pelindung Telinga	70
Gambar 5. 14: Rompi Pengaman	70
Gambar 5. 15: Contoh Rambu Proyek tentang Penggunaan Alat Pelindung Diri	71
Gambar 5. 16: Kurva S Rencana dan Realisasi Proyek Apartemen Taman Melati, Surabaya	75
Gambar 5. 17: (a) Detail Tulangan Tumpuan Kolom K-1, (b) Detail Tulangan Lapangan Kolom	77
Gambar 5. 18: Detail Potongan Kolom.....	78
Gambar 5. 19: Bestat untuk Sengkang.....	79
Gambar 5. 20: (a) Detail Penulangan Shearwall, (b) Detail Penulangan Shearwall pada opening	106
Gambar 5. 21: Detail Potongan Shearwall.....	107
Gambar 5. 22: Bestat Sengkang Sisi Horizontal.....	108
Gambar 5. 23: (a) Bestat Sengkang Shearwall pada Sisi Vertikal, (b) dan (c) Bestat Sengkang pada Samping Opening	109
Gambar 5. 24: Bestat Sengkang pada SBE Shearwall.....	110
Gambar 5. 25: (a) Bestat Sengkang Opening, (b) Bestat Sepihak pada Opening.....	111
Gambar 5. 26: Bestat Tulangan Opening Shearwall.....	112
Gambar 5. 27: (a) Tulangan Tumpuan Balok B1.D, (b) Tulangan Lapangan Balok B1.D	152
Gambar 5. 28: Balok B1.D yang Ditinjau	153
Gambar 5. 29: Bestat Tulangan Sengkang Balok	156
Gambar 5. 30: Gambar Tulangan Plat yang Ditinjau	184
Gambar 5. 31: Gambar Tulangan Ekstra pada Plat.....	188
Gambar 5. 32: Gambar Tangga yang Ditinjau.....	204
Gambar 5. 33: Potongan A-A Tangga Tipe 1	215
Gambar 5. 34: Bestat Tulangan Plat Tangga Potongan A-A Tangga Tipe 1.....	216
Gambar 5. 35: Bestat Tulangan Bordes Tangga Bagian Atas Potongan A-A Tangga Tipe 1.....	217

Gambar 5. 36: Tulangan Bordes Bawah Potongan A-A Tangga Tipe 1.....	217
Gambar 5. 37: Tulangan Melintang Plat Tangga Potongan A-A Tangga Tipe 1.....	218
Gambar 5. 38: Tulangan Anak Tangga Potongan A-A Tangga Tipe 1.....	218

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1: Berat Tulangan per Meter	9
Tabel 2. 2: Jam Kerja Buruh yang Diperlukan Untuk Membuat 100 Bungkusan dan Kaitan	12
Tabel 2. 3: Jam Kerja Buruh yang Diperlukan untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan	13
Tabel 2. 4: Durasi Pekerjaan Bekisting Tiap Luas Cetakan 10m ²	14
Tabel 2. 5: Efisiensi Operasional Alat dan Perawatan	18
Tabel 4. 1. Data Tipe Kolom	44
Tabel 4. 2. Jumlah Tipe Kolom tiap Lantai	45
Tabel 4. 3. Data Tipe Balok dan Jumlah Balok tiap Lantai	46
Tabel 4. 4. Data Tipe Shearwall	46
Tabel 4. 5. Jumlah Shearwall tiap Lantai.....	47
Tabel 5. 1: Isi Kotak P3K	65
Tabel 5. 2: Jumlah Kotak P3K	66
Tabel 5. 3: Rekap Kebutuhan Tulangan tiap Lantai.....	80
Tabel 5. 4: Perkiraan Keperluan Paku, Mur, Baut dan Oli untuk Luas Cetakan 10m ²	91
Tabel 5. 5: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting Kolom	92
Tabel 5. 6: Analisa Penggunaan Bekisting Kolom tiap Lantai... ..	96
Tabel 5. 7: Rekap Kebutuhan Tulangan Tiap Lantai.....	113
Tabel 5. 8: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting Shearwall Berdasarkan Luas Bekisting	125
Tabel 5. 9: Analisa Penggunaan Bekisting Shearwall tiap Lantai	129
Tabel 5. 10: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting dan Scaffolding Balok Tiap Lantai	142
Tabel 5. 11: Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Balok tiap Lantai	157

Tabel 5. 12: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting Plat tiap Lantai	175
Tabel 5. 13: Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Plat tiap Lantai	189
Tabel 5. 14: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting Plat tiap Lantai	208
Tabel 5. 15: Rekapitulasi Tulangan Tangga tiap Lantai.....	219
Tabel 5. 16: Data Tower Crane.....	235
Tabel 5. 17: Produksi Per Siklus Tower Crane.....	236
Tabel 5. 18: Rekapitulasi Durasi Pengecoran.....	240
Tabel 5. 19: Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan	242
Tabel 5. 20: Rekap Biaya dari Data Proyek	247
Tabel 5. 21: Rekap Biaya dengan Metode Kerja Lembur	247

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam suatu proyek sangat dibutuhkan adanya manajemen proyek, dimana manajemen proyek tersebut adalah perencanaan, pemantauan, dan pengontrolan terhadap semua aspek yang terdapat dalam sebuah proyek untuk mencapai tujuan proyek dengan waktu, biaya dan kualitas performansi yang telah ditentukan (Heryanto, 2015). Salah satu aspek dasar manajemen proyek adalah perencanaan proyek. Penjadwalan proyek digunakan untuk menetapkan jangka waktu proyek yang harus diselesaikan, dan mencakup bahan baku, tenaga kerja serta material yang dibutuhkan di setiap aktivitas proyek.

Namun, pada pelaksanaan konstruksi sering terjadi keterlambatan bahkan menurut Suanda (2011), sebanyak 80% proyek mengalami keterlambatan baik karena terlambatnya material, koordinasi yang lemah, pengawasan yang tidak memadai, dan sebagainya. Keterlambatan proyek ini perlu diatasi yaitu dipercepat dengan manajemen proyek atau biasa disebut akselerasi proyek. Menurut Mahendra (2004:100), ada dua alasan dilakukan program percepatan yaitu karena proyek yang bersangkutan diharapkan segera selesai karena permintaan manajemen serta karena keterlambatan yang terjadi sudah melebihi batas tertentu dan dinilai oleh manajemen akan mempengaruhi kelancaran dan batas waktu penyelesaian proyek tersebut.

Selain itu, menurut peraturan presiden No. 54 tahun 2010 terdapat beberapa peraturan tentang pemutusan kontrak yang selanjutnya biasa dikenal sebagai kontrak kritis. Terdapat 3 kriteria dalam kontrak kritis. Periode I dimana rencana fisik pelaksanaan 0%-70% dari kontrak dengan realisasi mengalami keterlambatan lebih besar dari 10%, periode II dimana rencana fisik pelaksanaan 70%-100% dari kontrak dengan realisasi mengalami keterlambatan lebih besar dari 5%, dan periode III

dimana rencana fisik pelaksanaan 70%-100% dengan keterlambatan kurang dari 5% namun rencana dana akan melewati tahun anggaran. Apabila suatu proyek mencapai kontrak kritis, maka akan dilakukan SCM (*Show Cause Meeting*), untuk menanggulangi kontrak kritis tersebut. Oleh karenanya keterlambatan proyek sangat mempengaruhi keberlangsungan kontrak konstruksi.

Pada proyek Apartemen Taman Melati @MERR Surabaya yang sedang berlangsung terdapat beberapa permasalahan yang terjadi di lapangan, salah satunya adalah masalah keterlambatan. Proyek ini memiliki 33 lantai yang terdiri dari 5 lantai parkir, dan 28 lantai hunian. Pengerjaan struktur proyek ini dibagi menjadi 2 kontraktor, lantai 1 hingga lantai 6 dikerjakan oleh PT. Adhi Persada Gedung, sedangkan lantai 7 hingga lantai 33 dikerjakan oleh PT. Adhi Karya. Pada minggu ke-18 pelaksanaan proyek, berdasarkan *schedule* diharapkan target pengerjaan mencapai 23,78% namun realisasi di lapangan hanya 19,38%, atau terjadi keterlambatan selama 11 hari. Terlambatnya pekerjaan yang dilakukan oleh PT. Adhi Karya tidak terlepas dari keterlambatan yang terjadi selama pengerjaan lantai 1 sampai dengan lantai 6 oleh PT. Adhi Persada Gedung.

Untuk mengatasi keterlambatan yang terjadi dalam sebuah proyek, dapat dilakukan beberapa alternatif percepatan seperti menambah jam kerja, menambah pekerja, kerja shift, memperbanyak alat, mengubah metode kerja, dan lain-lain. Dalam tugas akhir terapan ini dikhususkan pada lantai 7 hingga lantai 14 dengan tujuan mengembalikan jadwal yang mengalami keterlambatan ke jadwal rencana.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam tugas akhir ini permasalahan yang ditinjau adalah

1. Bagaimana manajemen yang dilakukan untuk mempercepat proyek agar kembali pada rencana awal saat pengerjaan sudah mencapai lantai 14?

2. Berapakah durasi dan biaya tambahan yang dibutuhkan agar jadwal yang terlambat dapat sesuai dengan rencana awal saat pengerjaan sudah mencapai lantai 14?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari tugas akhir ini adalah

1. Mengetahui manajemen yang dilakukan untuk mempercepat proyek agar kembali pada rencana awal saat pengerjaan sudah mencapai lantai 14,
2. Mengetahui durasi dan biaya tambahan yang dibutuhkan agar jadwal yang terlambat dapat sesuai dengan rencana awal saat pengerjaan sudah mencapai lantai 14.

1.4 Batasan Masalah

1. Lingkup pekerjaan dibatasi pada lantai 7 hingga lantai 14,
2. Lingkup pekerjaan yang dibahas hanya pekerjaan struktur saja yang terdiri dari balok, pelat, kolom, shearwall, dan tangga.
3. Gambar teknik yang digunakan berasal dari pihak kontraktor,
4. *Cashflow* proyek diasumsikan lancar.
5. Tidak menghitung biaya K3

1.5 Manfaat

Bagi Penulis:

1. Meningkatkan dan mengembangkan kemampuan dalam manajemen proyek khususnya dalam mengatasi keterlambatan pada proyek.

Bagi Pembaca:

1. Sebagai bahan referensi tentang cara manajemen proyek khususnya dalam mempercepat proyek.
2. Sebagai bahan evaluasi proyek dan agar dapat diimplementasikan pada proyek yang mengalami keterlambatan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umum

Dalam pelaksanaan sebuah proyek konstruksi diperlukan adanya metode konstruksi. Metode konstruksi ini disusun sedemikian rupa sehingga diharapkan dapat mendukung berjalannya sebuah proyek terutama dalam aspek biaya, mutu, dan waktu. Oleh karena itu, diperlukan metode konstruksi yang baik dalam pelaksanaan proyek.

Metode konstruksi yang baik setidaknya memerlukan 3 hal yaitu perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian. Aspek perencanaan berisi tentang item pekerjaan yang akan dilakukan didalam proyek, dan hubungan antar kegiatan satu dan yang lain. Pada aspek penjadwalan, berisi tentang rencana grup pekerja dan durasi dalam tiap item pekerjaan yang sudah direncanakan. Aspek terakhir adalah aspek pengendalian, aspek ini memperhatikan alokasi biaya dan peralatan yang digunakan.

Pada tugas akhir terapan ini akan dibahas ketiga aspek tersebut yaitu aspek perencanaan yang berupa item pekerjaan dan hubungan antar kegiatan, perhitungan dan metode setiap item pekerjaan, aspek penjadwalan yang berisi perhitungan grup pekerja dan durasi tiap item pekerjaan, serta untuk aspek pengendalian akan dihitung kebutuhan peralatan dan alokasi biaya serta quality control dari tiap item pekerjaan.

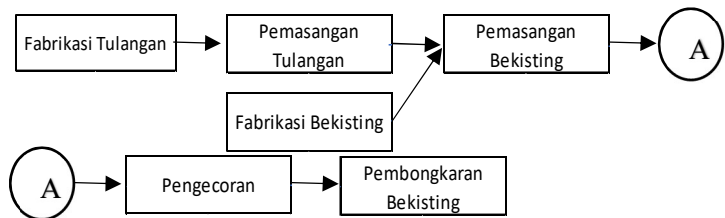
2.2 Item Pekerjaan

Pada tugas akhir terapan ini, analisa percepatan hanya akan difokuskan pada pekerjaan strukturnya saja. Pekerjaan struktur yang akan ditinjau adalah pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, pelat, dan tangga. Untuk mengetahui item pekerjaan yang dikerjakan, pekerjaan-pekerjaan tersebut akan di *breakdown* dan akan ditampilkan hubungan antar aktivitas setiap pekerjaan. Berikut adalah *work breakdown structure* dari setiap pekerjaan yang ditinjau:

A. Pekerjaan Kolom

1. Pembesian
 - Fabrikasi tulangan
 - Pemasangan tulangan
2. Bekisting
 - Fabrikasi bekisting
 - Pemasangan bekisting
 - Pembongkaran bekisting
3. Pekerjaan beton

Dari *work breakdown structure* tersebut, akan dibuat hubungan antar aktivitas yang akan menunjukkan metode kerja yang akan digunakan. Untuk pekerjaan kolom adalah sebagai berikut:

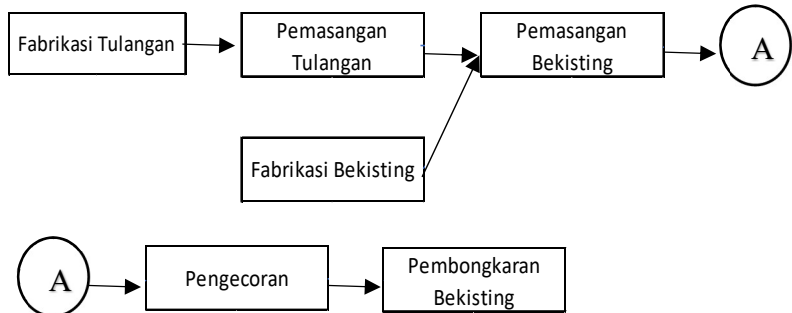


Gambar 2. 1: Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Kolom

B. Pekerjaan *Shearwall*

1. Pembesian
 - Fabrikasi tulangan
 - Pemasangan tulangan
2. Bekisting
 - Fabrikasi bekisting
 - Pemasangan bekisting
 - Pembongkaran bekisting
3. Pekerjaan beton

Dari *work breakdown structure* tersebut, akan dibuat hubungan antar aktivitas yang akan menunjukkan metode kerja yang akan digunakan. Untuk pekerjaan kolom adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2:Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan *Shearwall*

C. Pekerjaan Balok

1. Bekisting
 - Fabrikasi bekisting
 - Pemasangan bekisting
 - Pembongkaran bekisting

2. Pembesian

- Fabrikasi tulangan
- Pemasangan tulangan

3. Pekerjaan beton

D. Pekerjaan Pelat

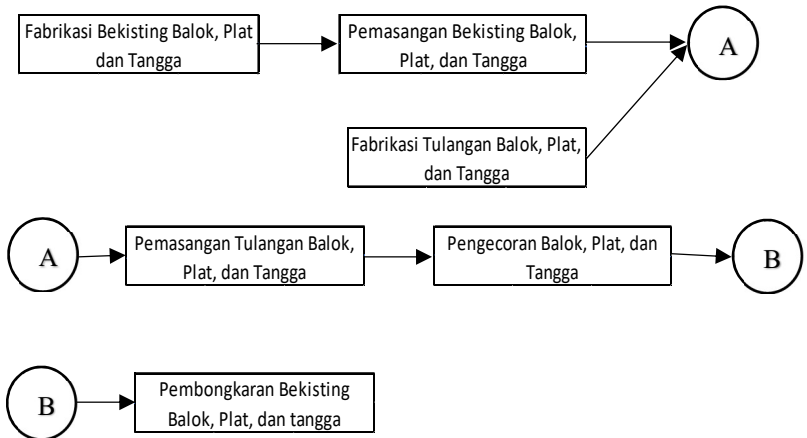
1. Bekisting
 - Fabrikasi bekisting
 - Pemasangan bekisting
 - Pembongkaran bekisting

2. Pembesian

- Fabrikasi tulangan

- Pemasangan tulangan
- 3. Pekerjaan beton
- E. Pekerjaan Tangga
 1. Bekisting
 - Fabrikasi bekisting
 - Pemasangan bekisting
 - Pembongkaran bekisting
 2. Pemesian
 - Fabrikasi tulangan
 - Pemasangan tulangan
 3. Pekerjaan beton

Untuk pekerjaan balok, plat, dan tangga dapat dilaksanakan bersamaan, sehingga dari *work breakdown structure* tersebut dapat ditunjukkan hubungan antar kegiatan sebagai berikut:



Gambar 2. 3:Hubungan Antar Aktivitas Pekerjaan Balok, Plat, dan Tangga

2.3 Perhitungan Volume

Untuk tahap perencanaan diperlukan data berupa volume. Volume pekerjaan dapat digunakan untuk menghitung kebutuhan grup pekerja dan durasi dari pekerjaan tersebut.

2.3.1 Perhitungan Volume Pembesian

Dalam perhitungan volume pembesian sebaiknya dilakukan dengan membuat bestat tulangan, yaitu gambar yang berisi detail-detail dalam pembesian tersebut. Setelah dibuat bestat dapat dicari panjang total dari besi tersebut. Volume pembesian dapat dicari dengan cara mengalikan panjang tulangan dengan berat tulangan per meter berdasarkan diameternya.

$$\begin{aligned} \text{Panjang Total (m)} &: \text{total panjang tulangan lurus} + \\ &\quad \text{total panjang bengkokan} + \text{total} \\ &\quad \text{panjang kaitan} \\ \text{Volume (kg)} &: \text{Panjang total (m)} \times \text{berat} \\ &\quad \text{(kg/m)} \end{aligned}$$

Untuk berat pembesian tiap diameternya dapat dilihat pada SNI 07-2052-2002 hal 4 sebagai berikut:

Tabel 2. 1: Berat Tulangan per Meter

No	DIAMETER (mm)	BERAT (Kg/m)
1	6	0.222
2	8	0.395
3	10	0.617
4	13	1.04
5	16	1.58
6	19	2.23

No	DIAMETER (mm)	BERAT (Kg/m)
7	22	2.98
8	25	3.85
9	29	5.18
10	32	6.31
11	36	7.99
12	40	9.88
13	50	17.4

Sumber: SNI 07-2052-2002

2.3.2 Perhitungan Volume Bekisting

Penggunaan bekisting yang dihitung disini adalah luasan multiplek yang akan digunakan sebagai cetakan beton. Multiplek yang digunakan adalah multiplek dengan ukuran standart di pasaran yaitu 1,22 x 2,44 m dengan tebal 12 mm. Menurut Soedrajat dalam bukunya Anggaran Biaya Pelaksanaan disebutkan bahwa kayu bekisting dapat dipakai kembali sebanyak 50-80%, dan untuk reparasi sebanyak 0,1-0,5 m³ tiap 10m² luas cetakan.

A. Bekisting Kolom

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = (2 \times (\mathbf{b_{kolom} \times t_{kolom}})) + (2 \times (\mathbf{h_{kolom} \times t_{kolom}}))$$

$$\text{Kebutuhan Multiplek (per lembar)} = \frac{\text{Luas}}{(1,22 \times 2,44)}$$

B. Bekisting *Shearwall*

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = (\mathbf{b_{sw} \times t_{kolom}}) + (\mathbf{h_{sw} \times t_{sw}})$$

$$\text{Kebutuhan Multiplek (per lembar)} = \frac{\text{Luas}}{(1,22 \times 2,44)}$$

C. Bekisting Plat

$$\text{Luas (m}^2\text{)} = \mathbf{P \times L}$$

$$\text{Kebutuhan Multiplek (per lembar)} = \frac{\text{Luas}}{(1,22 \times 2,44)}$$

D. Bekisting Balok

$$\text{Luas (m}^2\text{) sisi luar} = (h_{\text{balok}} \times p_{\text{balok}}) + [(h_{\text{balok}} - t_{\text{plat}}) \times p_{\text{balok}}] + (b_{\text{balok}} \times p_{\text{balok}})$$

$$\text{Luas (m}^2\text{) sisi dalam} = \{2 \times [(h_{\text{balok}} - t_{\text{plat}}) \times p_{\text{balok}}]\} + (b_{\text{balok}} \times p_{\text{balok}})$$

$$\text{Kebutuhan Multiplek (per lembar)} = \text{Luas}/(1,22 \times 2,44)$$

E. Bekisting Tangga

$$\text{Luas (m}^2\text{) anak tangga} = \text{Tinggi injakan} \times \text{panjang injakan} \times \text{jumlah injakan}$$

$$\text{Luas (m}^2\text{) bordes} = P \times L$$

$$\text{Kebutuhan Multiplek (per lembar)} = \text{Luas}/(1,22 \times 2,44)$$

2.3.3 Perhitungan Volume Pengecoran

A. Pengecoran Kolom

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

B. Pengecoran *Shearwall*

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

C. Pengecoran Plat

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tebal plat}$$

D. Pengecoran balok

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \text{panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi}$$

E. Pengecoran Tangga

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \left(\frac{\sqrt{opt^2 + ant^2} \times t_{\text{injakan}}}{2} \right) \times \text{jumlah anak tangga}$$

2.4 Perhitungan Durasi

2.4.1 Pekerjaan Pembesian

Dalam pekerjaan pembesian dibagi menjadi durasi pemotongan, pembengkokan dan kaitan, serta durasi pemasangan tulangan. Perhitungan durasi pembesian ini data durasi per pekerjaan diperoleh dari buku Soedrajat halaman 91 dan 92 sebagaimana ditunjukkan pada tabel berikut:

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

Ukuran Besi Beton	Dengan Tangan		Dengan Mesin	
	Bengkokan (jam)	Kait (Jam)	Bengkokan (jam)	Kait (Jam)
1/2" (12 mm)	2 - 4	3 - 6	0.8 - 1.5	1.2 - 2.5
5/8" (16 mm)	2.5 - 5	4 - 8	1 - 2	1.6 - 3
3/4" (19 mm)				
7/8" (22 mm)				
1" (25 mm)	3 - 6	5 - 10	1.2 - 2.5	2 - 4
1 1/8" (28.5 mm)				
1 1/4" (31.75 mm)	4 - 7	6 - 12	1.5 - 3	2.5 - 5
1 1/2" (38.1 mm)				

Sumber: Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Ir Soedrajat, halaman 91

Tabel 2. 3: Jam Kerja Buruh yang Dibutuhkan untuk Memasang 100 Buah Batang Tulangan

Ukuran Besi Beton	Panjang batang tulangan (m)		
	0 - 3 m	3 - 6 m	6 - 9 m
1/2" (12 mm)	3.5 - 6 jam	5 - 7 jam	6 - 7
5/8" (16 mm)	4.5 - 7 jam	6 - 8.5 jam	7 - 9.5 jam
3/4" (19 mm)			
7/8" (22 mm)			
1" (25 mm)	5.5 - 8	7 - 10	8.5 - 11.5
1 1/8" (28.5 mm)			
1 1/4" (31.75 mm)	6.5 - 9	8 - 12	10 - 14
1 1/2" (38.1 mm)			

Sumber: Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Ir Soedraiat. halaman 91

Selain data diatas, menurut Ir. Soedrajat, untuk pemotongan besi diperlukan waktu antara 1-3 jam untuk 100 batang tulangan. Dari beberapa data tersebut, maka dapat dilakukan proses perhitungan durasi pembesian sebagai berikut:

A. Durasi Pemotongan

$$\text{Durasi (hari)} = \frac{[(\text{Jumlah batang/kapasitas produksi}) \times \text{durasi rata-rata produksi}]/\text{Durasi pekerjaan selama 1 hari}}$$

B. Durasi Pembengkokan

$$\text{Durasi (hari)} = \frac{[(\text{Jumlah bengkokan/kapasitas produksi}) \times \text{durasi rata-rata produksi}]/\text{Durasi pekerjaan selama 1 hari}}$$

C. Durasi Kaitan

$$\text{Durasi (hari)} = \frac{[(\text{Jumlah kaitan/kapasitas produksi}) \times \text{durasi rata-rata produksi}]/\text{Durasi pekerjaan selama 1 hari}}$$

D. Durasi Pemasangan Tulangan

$$\text{Durasi (hari)} = \frac{[(\text{Jumlah batang/kapasitas produksi}) \times \text{durasi rata-rata produksi}]/\text{Durasi pekerjaan selama 1 hari}}$$

2.4.2 Pekerjaan Bekisting

Dalam pekerjaan bekisting setidaknya ada 4 pekerjaan yang dilakukan yaitu menyetel, memasang, membuka dan membersihkan, serta reparasi. Dari ke-4 pekerjaan tersebut dilakukan tiap luas cetakan 10m². Selain itu terdapat pula pekerjaan pengolesan dengan minyak yang memakan waktu dari beberapa menit hingga satu jam untuk permukaan 10m² (Soedrajat).

Untuk perhitungan durasi, dapat dihitung dengan bantuan tabel pekerjaan bekisting tiap 10m² pada buku Ir. Soedrajat halaman 86.

Tabel 2. 4: Durasi Pekerjaan Bekisting Tiap Luas Cetakan 10m²

Jenis Cetakan Kayu	Jam kerja tiap luas cetakan 10 m ²			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan membersihkan	Reparasi
Pondasi/pangkal jembatan	3-7	2-4	2-4	2 sampai 5 jam untuk segala jenis pekerjaan
Dinding	5-9	3-5	2-5	
Lantai	3-8	2-4	2-4	
Atap	3-9	2-5	2-4	
Tiang	4-8	2-4	2-4	

Jenis Cetakan Kayu	Jam kerja tiap luas cetakan 10 m ²			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan membersihkan	Reparasi
Kepala-kepala tiang	5-11	3-7	2-5	2 sampai 5 jam untuk segala jenis pekerjaan
Balok-balok	6-10	3-4	2-5	
Tangga-tangga	6-12	4-8	3-5	
Sudut-sudut tiang dan	5-11	3-9	3-5	
Ambang jendela dan lintel	5-10	3-6	3-5	

Sumber: Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Ir Soedrajat, halaman 86.

Berdasarkan tabel diatas dapat dilakukan perhitungan durasi baik menyetel, memasang, membuka dan membersihkan ataupun reparasi sebagai berikut:

Durasi tiap pekerjaan= [(Luas bekisting/kapasitas produksi) x durasi rata-rata produksi]/Durasi pekerjaan selama 1 hari

2.4.3 Pekerjaan Pengecoran

Dalam pekerjaan pengecoran untuk proyek Apartemen Taman Melati @MERR Surabaya dilakukan dengan menggunakan *bucket* yang diangkat dengan *Tower Crane*. Karena menggunakan *Tower Crane* maka durasi dihitung dengan menghitung *Cycle Time* dari *Tower Crane* tersebut

***Cycle Time* (menit) = waktu muat + waktu angkat + waktu bongkar + waktu kembali**

Bucket yang digunakan untuk pengecoran pada proyek ini berkapasitas 1m³, sehingga dapat dikatakan setiap siklus dilakukan pengecoran sebanyak 1 m³. Dari data tersebut maka dapat dihitung produksi per jam dimana:

$$Q \text{ (m}^3\text{/jam)} = \text{Produksi per siklus} \times \frac{60}{CT} \times \text{efisiensi}$$

2.5 Alat Berat dan Alat Pendukung

Dalam pengerjaan sebuah proyek tentunya diperlukan alat bantu yang dipergunakan untuk melaksanakan kegiatan konstruksi dan memudahkan pekerjaan manusia. Beberapa diantaranya adalah alat untuk pekerjaan tanah, untuk memindahkan bahan bangunan yang berat, dan sebagainya. Selain itu juga ada pula alat pendukung seperti vibrator untuk membantu pengecoran. Dalam pemilihan alat-alat tersebut perlu disesuaikan dengan jenis pekerjaan serta situasi dan kondisi di lapangan.

2.5.1 Tower Crane

Tower crane adalah salah satu alat berat yang sangat penting terutama dalam pengerjaan proyek gedung tinggi. Alat berat ini memiliki fungsi untuk memindahkan material dalam arah horizontal maupun vertikal. Dalam pemilihan *tower crane*, perlu diperhatikan beberapa hal, antara lain:

- A. Ketinggian *tower crane* (d disesuaikan dengan tinggi bangunan yang akan dilayani).
- B. Lengan Kerja (d disesuaikan dengan kebutuhan bangunan yang akan dilayani dalam arah horizontal)
- C. Kapasitas *Crane* (d disesuaikan dengan beban material yang akan diangkat).

Berikut adalah rumus perhitungan durasi penggunaan *tower crane*:

- A. Jarak asal terhadap *tower crane*

$$D_1 = \sqrt{(ytc - yab)^2 + (xab - xtc)^2}$$

Keterangan:

y tc = koordinat y posisi *tower crane*

- y_{ab} = koordinat y posisi awal
 x_{tc} = koordinat x posisi *tower crane*
 x_{ab} = koordinat x posisi awal

B. Jarak tujuan terhadap *tower crane*

$$D_2 = \sqrt{(y_{tc} - y_{tj})^2 + (x_{tj} - x_{tc})^2}$$

Keterangan:

- y_{tc} = koordinat y posisi *tower crane*
 y_{tj} = koordinat y posisi tujuan
 x_{tc} = koordinat x posisi *tower crane*
 x_{tj} = koordinat x posisi tujuan

C. Jarak *trolley*

$$d = |D_2 - D_1|$$

Keterangan

- D_2 = Jarak asal terhadap *tower crane*
 D_1 = Jarak tujuan terhadap *tower crane*

D. Sudut Slewing

$$\tan \alpha = \frac{y_{tc} - y_{ab}}{x_{ab} - x_{tc}}$$

E. Durasi Angkat dan Durasi Kembali

$$\text{Durasi} = \text{hoisting} + \text{trolley} + \text{slewing} + \text{landing}$$

Dimana:

- *Hoisting*

$$h = \text{tinggi tujuan} - \text{tinggi asal} + \text{tinggi penambahan}$$

$$\text{durasi} = \frac{h}{\text{kecepatan angkat}}$$

- *Trolley*

$$\text{durasi} = \frac{d}{\text{kecepatan trolley}}$$

- *Slewing*

$$\text{durasi} = \frac{\alpha}{\text{kecepatan putar}}$$

- *Landing*

$$\text{durasi} = \frac{\text{tinggi landing}}{\text{kecepatan turun}}$$

F. Durasi Bongkar

Durasi yang dibutuhkan selama proses pembongkaran material dari *tower crane* ke titik tujuan.

G. Durasi Muat

Durasi yang dibutuhkan untuk memuat material ke *tower crane* sebelum dibawa ke tujuan.

H. Waktu siklus (*cycle time*)

CT (menit) = durasi muat + durasi angkat + durasi bongkar + durasi kembali

Dalam penggunaan *tower crane* terdapat beberapa faktor efisiensi operasional dan pemeliharaan alat yang harus diperhatikan, yang dapat mempengaruhi kinerja *tower crane* tersebut, efisiensi tersebut dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. 5: Efisiensi Operasional Alat dan Perawatan

Kondisi Operasi Alat	Pemeliharaan Alat				
	Baik sekali	Baik	Sedang	Buruk	Buruk Sekali
Baik sekali	0,83	0,81	0,76	0,7	0,63
Baik sekali	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: “Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-Alat Berat” oleh Ir. Rochmanhadi halaman 15

2.5.2 Concrete Bucket

Untuk kegiatan pengecoran pada proyek dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu dengan *concrete pump*, ataupun dengan *concrete bucket*. Pada

tugas akhir terapan ini akan digunakan *concrete bucket* untuk pekerjaan pengecoran. *Concrete bucket* adalah wadah *ready mix* yang dituang dari *truck mixer* dan selanjutnya akan diangkat oleh *tower crane* ke titik pengecoran. Kapasitas *concrete bucket* juga beragam yaitu dari 0,8 m³, 1 m³, hingga 1,2 m³.

2.5.3 Concrete Vibrator

Concrete vibrator merupakan alat bantu yang digunakan dalam pekerjaan pengecoran. Alat ini merupakan alat penggetar yang berguna untuk meratakan adukan beton yang telah dituang agar lebih padat dan tercampur dengan baik serta agar beton basah yang dituang dapat menempati sela-sela tulangan dan bekisting sehingga tidak akan keropos setelah bekisting dibuka.

2.6 Penjadwalan Proyek

Penjadwalan proyek adalah proses penentuan sekuen urutan kegiatan yang direncanakan, menetapkan durasi untuk setiap aktivitas, dan menentukan durasi (waktu mulai hingga berakhir) untuk setiap aktivitas (Oberlander, 2000). Istilah penjadwalan (*scheduling*) dan perencanaan (*planning*) cukup sering disamakan, padahal proses perencanaan lebih kompleks daripada penjadwalan. Proses perencanaan meliputi tujuan proyek, *scope* proyek, dan strategi proyek.

Tahapan penjadwalan proyek terdiri dari menentukan aktivitas yang akan dikerjakan, menentukan sumber daya yang akan digunakan, dan melakukan estimasi (*project-manager.com, 2017*). Dengan penjadwalan yang tepat, maka proyek akan berjalan dengan baik, mengurangi waktu kosong dari pekerja ataupun alat berat dan dapat mengefisienkan biaya yang dikeluarkan proyek.

Dalam menyusun penjadwalan proyek terdapat beberapa pertimbangan salah satunya adalah kompleksitas sebuah

proyek. Untuk proyek dengan aktivitas pekerjaan yang sedikit maka dianjurkan menggunakan diagram garis atau batang. Sedangkan untuk proyek yang kompleks dapat menggunakan CPM (*Critical Path Method*). Thoengsal (2016) menyebutkan ada beberapa metode penjadwalan yang dapat digunakan dalam penjadwalan proyek antara lain adalah:

1. *Gantt Chart*

Berupa model penjadwalan yang memproyeksikan item pekerjaan, sehingga terlihat jelas urutan pekerjaannya.

2. Kurva S

Kurva S merupakan metode penjadwalan berdasarkan bobot pekerjaan. Kurva S berguna dalam monitoring kemajuan pekerjaan.

3. *Network Planning*

Model ini menggunakan logika jaringan kerja untuk mendeteksi item pekerjaan yang berada pada jalur kritis, serta untuk mengetahui waktu detail pekerjaan yaitu waktu yang paling cepat (*Early Time*), dan waktu yang paling lama (*Latest Time*).

Network planning dapat berupa *Critical Path Method* (CPM), *Precedence Diagram Method* (PDM), dan *Program Evaluation Review Technique* (PERT).

4. *Earned Value Management* (EVM)/*Earned Value Analysis* (EVA)

Model ini pada dasarnya untuk pengukuran kinerja terhadap waktu dan biaya suatu proyek. Pemodelan dengan cara ini dapat digunakan untuk menganalisa tingkat penyimpangan suatu proyek.

5. *Resources Scheduled Distribution*

Model ini dibentuk dalam bentuk uraian dan hanya berfokus pada sumber daya yang akan dijadwalkan selama proses konstruksi baik distribusi jadwal tenaga kerja, material dan peralatan proyek.

2.7 Network Planning

Network Planning adalah suatu perencanaan dan pengendalian proyek yang menggambarkan hubungan ketergantungan antara setiap pekerjaan yang digambarkan dalam diagram network (Hamdan, dkk. 2014). Manfaat *network planning* menurut Handoko (2000:402) bagi suatu proyek adalah sebagai berikut:

- a. Perencanaan suatu proyek yang kompleks;
- b. *Scheduling* pekerjaan-pekerjaan sedemikian rupa dalam urutan yang praktis dan efisien;
- c. Mengadakan pembagian kerja dari tenaga kerja dan dana yang tersedia;
- d. *Scheduling* ulang untuk mengatasi hambatan dan keterlambatan;
- e. Menentukan *trade-off* (kemungkinan pertukaran) antara waktu dan biaya; dan
- f. Menentukan probabilitas penyelesaian suatu proyek.

Network planning memiliki berbagai macam analisis jaringan kerja, yang sangat luas pemakaiannya adalah metode jalur kritis (CPM – *Critical Path Method*), *Precedence Diagram Method* (PDM), serta terdapat pula teknik evaluasi dan review proyek (PERT – *Project Evaluation and Review Technique*). Hamdan (2014:373) mengungkapkan bahwa dalam proses *crashing* sebaiknya menggunakan *Precedence Diagram Method* (PDM) terutama untuk proyek berskala besar.

2.7.1 Precedence Diagram Method (PDM)

Penggunaan PDM dalam proses *crashing* suatu proyek menurut Hamdan (2014:374) adalah karena adanya hubungan keterkaitan antar kegiatan yang lebih spesifik dan penyajiannya yang lebih spesifik sehingga akan mempermudah dilakukannya *crash program*, selain itu dengan metode ini dapat diketahui pula lintasan kritis pada proyek. Kegiatan-kegiatan pada

lintasan kritis tersebut yang dapat dilakukan crash program.

a. Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM)

Kegiatan dalam *Precedence Diagram Method* digambarkan dalam bentuk segi empat. Dalam pembuatan PDM tidak diperlukan kegiatan dummy sehingga pembuatan jaringan menjadi lebih sederhana, hubungan *overlapping* yang berbeda juga dapat dibuat tanpa menambah jumlah kegiatan.

Dalam penyusunan *Critical path method* maupun *precedence diagram method* dikenal beberapa terminology yang sering digunakan, antara lain sebagai berikut:

1. *Earliest Start* (ES)

Waktu mulai paling awal suatu kegiatan. Bila waktu kegiatan dinyatakan atau berlangsung dalam jam, maka waktu ini adalah jam paling awal kegiatan dimulai.

2. *Earliest Finish* (EF)

Waktu selesai paling awal suatu kegiatan. Bila hanya ada satu kegiatan terdahulu, maka EF suatu kegiatan terdahulu merupakan ES kegiatan berikutnya.

3. *Latest Start* (LS)

Waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai (*latest allowable start time*), yaitu waktu paling akhir kegiatan boleh dimulai tanpa memperlambat proyek secara keseluruhan.

4. *Latest Finish* (LF)

Waktu paling akhir kegiatan boleh selesai (*latest allowable finish time*) tanpa memperlambat penyelesaian proyek.

5. *Duration (D)*

Adalah kurun waktu suatu kegiatan, umumnya dengan satuan waktu hari, minggu, bulan, dan lain-lain.

Menurut Hamdan Dimiyati (2014:350) pembuatan *precedence diagram method* dapat dibuat seperti gambar 2.1 untuk setiap kegiatannya dan dihubungkan dengan konstrain ke kegiatan berikutnya.

ES	JENIS KEGIATAN	EF
LS		LF
NO KEGIATAN		DURASI

Gambar 2. 4: Bentuk *Precedence Diagram Method*
(Sumber: Soeharto, 1999:242)

b. Perhitungan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM)

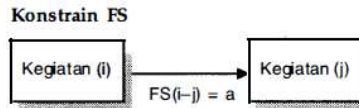
Perhitungan dalam *Precedence Diagram Method* (PDM) terdiri dari hitungan maju dan hitungan mundur. Perhitungan untuk identifikasi kegiatan dan jalur kritis akan lebih kompleks karena semakin banyak faktor yang perlu diperhatikan.

Karena PDM tidak terbatas pada aturan dasar jaringan kerja CPM (kegiatan boleh mulai setelah kegiatan yang mendahuluinya selesai), maka hubungan antar kegiatan berkembang menjadi beberapa kemungkinan berupa konstrain. Konstrain menunjukkan hubungan antar kegiatan dengan satu garis dari node terdahulu ke node berikutnya. Pada

garis konstrain dibubuhkan penjelasan mengenai waktu mendahului (*lead*) atau tertunda (*lag*). Berikut adalah konstrain yang digunakan dalam PDM menurut Soeharto (1999:281):

1. Konstrain selesai ke mulai – FS (*Finish to Start*)

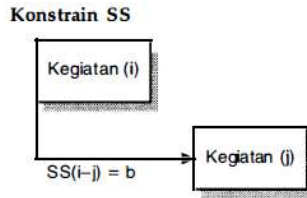
Konstrain ini dirumuskan sebagai $FS(i-j) = a$, yang berarti kegiatan (*j*) dimulai *a* hari setelah kegiatan yang mendahuluinya (*i*) selesai. Proyek selalu menginginkan nilai $a = 0$, kecuali bila dijumpai hal-hal tertentu misalnya akibat iklim, proses kimia dan fisika pada pengeringan adukan semen, atau perijinan.



Gambar 2. 5: Konstrain Finish to Start
(Sumber: Soeharto, 1999:282)

2. Konstrain mulai ke mulai – SS (*Start to Start*)

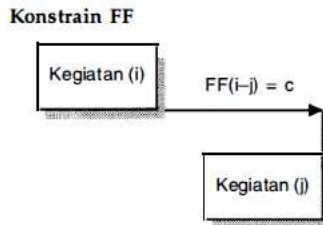
Memberikan penjelasan hubungan antara mulainya suatu kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Atau $SS(i-j) = b$, yang berarti kegiatan (*j*) mulai setelah *b* hari kegiatan terdahulu (*i*) mulai. Konstrain ini terjadi apabila kegiatan (*j*) boleh dimulai setelah bagian tertentu dari kegiatan (*i*) selesai. Nilai *b* tidak boleh melebihi durasi kegiatan (*i*), dan bersifat mendahului (*lead time*).



Gambar 2. 6: Konstrain Start to Start
(Sumber: Soeharto, 1999:282)

3. Konstrain selesai ke selesai – FF (*Finish to Finish*)

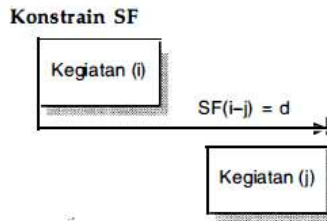
Memberikan penjelasan hubungan antara selesainya suatu kegiatan dengan selesainya kegiatan terdahulu. Atau $FF(i-j) = c$, yang berarti kegiatan (j) selesai setelah c hari kegiatan terdahulu (i) selesai.



Gambar 2. 7: Konstrain Finish to Finish
(Sumber: Soeharto, 1999:282)

4. Konstrain mulai ke selesai – SF (*Start to Finish*)

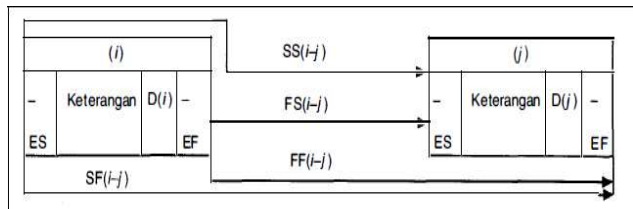
Menjelaskan hubungan antara selesainya kegiatan dengan mulainya kegiatan terdahulu. Dituliskan dengan $SF(i-j) = d$, yang berarti suatu kegiatan (j) selesai setelah d hari kegiatan (i) terdahulu dimulai.



Gambar 2. 8: Konstrain Start to Finish
(Sumber: Soeharto, 1999:282)

➤ Perhitungan Maju PDM

Dalam perhitungan maju, perhitungan ditekankan pada *Early Start* (ES) dan *Early Finish* (EF), sketsa perhitungan ES dan EF dapat dilihat pada gambar 2.9.



Gambar 2. 9: Menghitung ES dan EF
(Sumber: Soeharto, 1999:282)

Menurut Hamdan (2014:355) dalam menghitung hitungan maju, berlaku beberapa hal berikut:

- Menghasilkan *Earliest Start* (ES), *Earliest Finish* (EF), dan kurun waktu penyelesaian proyek

- Diambil angka *Earliest Start* (ES) terbesar apabila terdapat lebih dari satu kegiatan tergabung
- Notasi (i) bagi kegiatan terdahulu dan (j) bagi kegiatan yang ditinjau
- Menurut Imam Soeharto (1999:284), waktu awal dianggap 0, dan selanjutnya dirumuskan sebagai berikut:

$$1. \quad ES(j) = ES(i) + SS(i-j) \text{ atau } ES(i) + SF(i-j) - D(j) \text{ atau } EF(i) + FS(i-j) \text{ atau } EF(i) + FF(i-j) - D(j). \text{ (pilih yang terbesar)}$$

Dimana:

$ES(j)$ = (*Earliest Start*) waktu mulai paling awal dari kegiatan j

$ES(i)$ = (*Earliest Start*) waktu mulai paling awal dari kegiatan i

$EF(i)$ = (*Earliest Finish*) waktu selesai paling awal dari kegiatan i

D = Kurun waktu bersangkutan

SS (*Start to Start*), SF (*Start to Finish*), FS (*Finish to Start*), FF (*Finish to Finish*) = Konstrain yang bersangkutan.

$$2. \quad EF(j) = ES(j) + D(j)$$

Dimana:

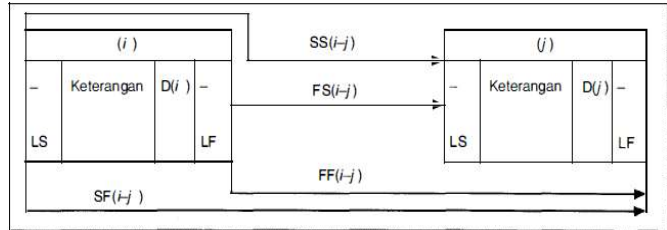
$EF(j)$ = (*Earliest Finish*) waktu selesai paling awal dari kegiatan j

$ES(j)$ = (*Earliest Start*) waktu mulai paling awal dari kegiatan j

$D(j)$ = Kurun waktu kegiatan.

➤ Perhitungan Mundur PDM

Dalam perhitungan mundur, perhitungan ditekankan pada *Latest Start* (LS) dan *Latest Finish* (LF), sketsa perhitungan LS dan LF dapat dilihat pada gambar 2.10



Gambar 2. 10: Menghitung LS dan LF
(Sumber: Soeharto, 1999:282)

Menurut Hamdan (2014:356) dalam menghitung hitungan mundur, berlaku beberapa hal berikut:

- Menghasilkan *Latest Start* (LS), *Latest Finish* (LF), dan kurun waktu float
- Diambil angka *Latest Start* (LS) terkecil apabila terdapat lebih dari satu kegiatan tergabung
- Notasi (i) bagi kegiatan yang ditinjau dan (j) bagi kegiatan yang berikutnya
- LS dan LF dapat dihitung sebagai berikut:
 1. $LF(i) = LF(j) - FF(i-j)$ atau $LS(j) - FS(i-j)$ atau $LF(j) - SF(i-j) + D(i)$ atau $LS(j) - SS(i-j) + D(j)$. (pilih yang terkecil)

Dimana:

$LF(i)$ = (*Latest Finish*) waktu selesai paling akhir dari kegiatan i

$LS(j)$ = (*Latest Start*) waktu mulai paling akhir kegiatan j

$LF(j)$ = (*Latest Finish*) waktu selesai paling akhir dari kegiatan j

D = Kurun waktu bersangkutan

SS (*Start to Start*), SF (*Start to Finish*), FS (*Finish to Start*), FF (*Finish to Finish*) = Konstrain yang bersangkutan.

$$2. \text{LS}(i) = \text{LF}(i) - D(i)$$

Dimana:

$\text{LS}(i)$ = (*Latest Start*) waktu mulai paling akhir kegiatan i

$\text{LF}(i)$ = (*Latest Finish*) waktu selesai paling akhir kegiatan i

$D(i)$ = Kurun waktu bersangkutan.

c. Menentukan lintasan kritis *Precedence Diagram Method* (PDM)

Lintasan kritis adalah lintasan sepanjang diagram jaring yang mempunyai waktu terpanjang (durasi proyek) atau lintasan yang melalui kegiatan-kegiatan yang tidak mempunyai *float* (waktu jeda).

Untuk menentukan lintasan kritis dari jaringan kerja dapat dilakukan dengan dua cara, antara lain:

1. Lintasan kritis adalah lintasan yang melalui kegiatan-kegiatan yang mempunyai jumlah durasi terbesar,
2. Dengan menghitung kegiatan-kegiatan yang mempunyai nilai *Total Float* = 0. Menurut Soeharto (1999:258), *total float* dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$\mathbf{TF = LF - EF = LS - ES}$$

Keterangan:

TF = *Total Float* kegiatan

LF = *Latest Finish*, waktu selesai paling akhir

EF = *Earliest Finish*, waktu selesai paling awal

LS = *Latest Start*, waktu mulai paling akhir

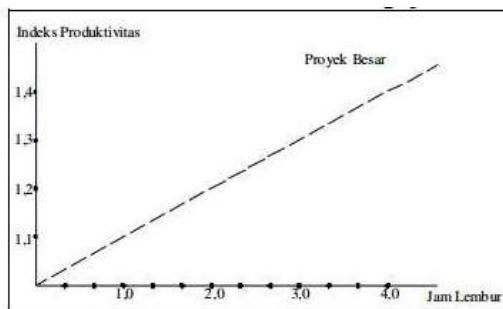
ES = *Earliest Start*, waktu mulai paling awal

2.8 Produktivitas

Produktivitas tenaga kerja adalah banyaknya kuantitas pekerjaan yang dapat dilakukan pekerja per jam atau per harinya (Knutson, dkk. 2009). Produktivitas merupakan perbandingan antara hasil yang dicapai dengan peran serta tenaga kerja per satuan waktu. Secara umum, produktivitas merupakan perbandingan *output* dan *input*. *Output* yang dimaksud adalah hasil kuantitas pekerjaan yang dilakukan sedangkan *Input* yang dimaksud adalah banyaknya pekerja dan alat yang digunakan. Knutson (2009) mengemukakan produktivitas dapat dipengaruhi oleh beberapa hal antara lain:

1. Pengalaman kerja
2. Lahan konstruksi
3. Ketersediaan material dan peralatan
4. Cuaca
5. Pengawas pekerjaan

Dalam suatu proyek tidak jarang dilakukan pekerjaan lembur. Apabila tenaga kerja melakukan pekerjaan lembur, maka akan berpengaruh terhadap produktivitas pekerjaan. Produktivitas untuk pekerjaan lembur akan menurun dan grafik indikasi menurunnya produktivitas dapat dilihat pada gambar 2.11 berikut ini:



Gambar 2. 11: Grafik indikasi menurunnya produktivitas akibat lembur

Sumber: Soeharto (1999)

Dari grafik diatas, dapat diketahui nilai selisih dari indeks produktivitas akibat kerja lembur adalah 0,1 perjamnya atau mengalami kenaikan indeks produktivitas sebesar 0,1 dalam setiap jam.

Untuk mencari produktivitas tiap pekerjaan akibat lembur, dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{➤ Produktivitas Harian} &= \frac{\text{Volume}}{\text{Durasi Pekerjaan}} \\ \text{➤ Produktivitas tiap jam} &= \frac{\text{Produktivitas Harian}}{8} \\ \text{➤ Produktivitas harian akibat lembur} &= \frac{\text{Jam kerja lembur}}{\text{Koeff.penurunan produktivitas} \times \text{Produktivitas tiap jam}} \end{aligned}$$

$$\text{➤ Produktivitas harian sesudah } crash = (\text{Produktivitas harian}) + (\text{produktivitas harian akibat lembur})$$

2.9 Komponen Biaya

Dan Epstein dan Rich Maltzman dalam Harris (2013), menjelaskan bahwa biaya proyek paling tidak terdiri dari 5 biaya, yaitu *Direct Cost*, *Indirect Cost*, *Variable Cost*, *Fixed Cost*, dan *Sunk Cost*. Biaya yang sering digunakan adalah biaya langsung (*Direct Cost*) dan biaya tidak langsung (*Indirect Cost*).

1. Biaya Langsung (*Direct Cost*)

Biaya langsung adalah biaya yang disebabkan oleh pekerjaan konstruksi (Harrin, 2013). Biaya langsung dapat dihitung secara matematis dengan menggunakan gambar rencana (*Shop Drawing*) dan Rencana Kerja dan Syarat (RKS). Jenis biaya langsung antara lain:

a. Biaya material

Biaya material adalah biaya pembelian material untuk mewujudkan proyek termasuk biaya transportasi, biaya penyimpanan serta kerugian akibat kehilangan atau kerusakan material. Harga material didapat dari survei di pasaran atau dapat berpedoman

pada indeks biaya yang dikeluarkan oleh Departemen Pekerjaan Umum sebagai pedoman sederhana.

b. Biaya peralatan

Biaya peralatan adalah modal, biaya sewa, biaya operasi, biaya pemeliharaan, biaya operator, biaya mobilisasi dan demobilisasi, dan lainnya yang menyangkut peralatan yang menunjang keberlangsungan proyek.

c. Upah pekerja

Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, biaya upah dapat dibedakan menjadi:

1. Upah Harian

Adalah besar upah yang dibayarkan per satuan waktu, upah harian dapat bergantung pada jenis pekerjaan, lokasi pekerjaan, jenis pekerjaan dan sebagainya.

2. Upah Borongan

Besar upah ini bergantung pada kesepakatan bersama antara kontraktor dan pekerja atas suatu jenis item pekerjaan.

3. Upah Berdasarkan Produktivitas

Besar upah ini bergantung pada banyaknya pekerjaan yang dapat diselesaikan oleh pekerja dalam satu satuan waktu tertentu.

Pada proyek yang ditinjau ini, jenis upah yang diberikan adalah upah harian yang bergantung pada jenis pekerjaan yang sedang dikerjakan.

Dalam penentuan upah pekerja perlu diperhatikan pula jam kerjanya. Apabila menggunakan jam kerja lembur maka upah harus menyesuaikan.

- Jam kerja normal adalah 8 jam. Apabila melebihi jam normal tersebut maka termasuk jam kerja lembur.
- Berdasarkan Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP/102/MEN/VI/2004 tentang waktu

kerja lembur dan upah kerja lembur pasal 11, perhitungan upah pekerja adalah sebagai berikut:

- Apabila jatuh pada hari kerja normal, jam lembur pertama harus dibayar upah lembur sebesar 1,5 kali upah 1 jam normal, untuk setiap jam kerja lembur berikutnya dibayar 2 kali upah 1 jam normal.
- Apabila jatuh pada hari istirahat mingguan atau hari libur, maka upah untuk 8 jam pertama dibayar 2 kali upah 1 jam normal, jam kesembilan dibayar 3 kali upah 1 jam normal, dan jam kesepuluh dan kesebelas dibayar 4 kali upah 1 jam normal.

Dari uraian tersebut, dapat dirumuskan bahwa:

Biaya lembur per hari kerja normal = (jam kerja lembur pertama x 1,5 x upah 1 jam normal) + (jam kerja lembur berikutnya x 2 upah 1 jam normal)

Biaya lembur hari libur (bergantung pada jam kerja) = (8 x 2 x upah 1 jam normal) + (1 x 3 x upah 1 jam normal) + (2 x 4 x upah 1 jam normal)

2. Biaya Tidak Langsung (*Indirect Cost*)

Biaya tidak langsung adalah biaya yang berhubungan dengan pengawasan, pengarahan kerja, dan pengeluaran umum di luar biaya konstruksi. Biaya ini disebut sebagai biaya *overhead*. Biaya ini tidak bergantung pada volume pekerjaan, tetapi bergantung pada jangka waktu pelaksanaan pekerjaan. Biaya tidak langsung akan naik apabila waktu pelaksanaan semakin lama karena biaya untuk gaji pegawai, biaya umum perkantoran tetap, dan biaya lain juga tetap dibayar (Hamdan, 2014).

Unsur-unsur biaya tidak langsung antara lain sebagai berikut:

a. Gaji Pegawai

Yang termasuk dalam unsur biaya ini adalah gaji ataupun honor pegawai/karyawan tetap dan tidak tetap, yang terlibat ataupun tidak terlibat dalam proyek yang dibebankan dalam pembiayaan proyek tersebut.

b. Biaya Umum Perkantoran

Yang termasuk dalam unsur biaya ini adalah sewa gedung, biaya transportasi, rekening listrik, air, pajak, asuransi, dll.

c. Biaya Pengadaan Sarana Umum

Biaya ini dapat berupa pembangunan bangunan sementara, instalasi umum, peralatan umum yang digunakan selama masa proyek seperti pompa air, generator, dan lainnya.

2.9 Aspek Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Kesehatan dan keselamatan kerja merupakan bagian penting dalam ketenagakerjaan termasuk dalam pekerjaan konstruksi. Dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 5/PRT/M/2014 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum, dijelaskan bahwa K3 Konstruksi adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi.

Terdapat beberapa aspek yang perlu ditinjau untuk keselamatan kerja menurut UU RI No. 1 tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja pasal 3, diantaranya adalah mengurangi kecelakaan, kebakaran, bahaya ledakan, pengendalian terhadap suhu, kelembaban, debu, kotoran, dan sebagainya. Salah satu upaya dasar yang dilakukan adalah dengan penggunaan alat pelindung diri (APD). Penggunaan APD diatur dalam Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi No. PER. 08/MEN/VII/2010 tentang Alat

Pelindung Diri pasal 2 menjelaskan bahwa pengusaha wajib menyediakan APD bagi pekerja/buruh di tempat kerja. APD sebagaimana dijelaskan pada peraturan tersebut terdiri dari:

- a. Pelindung kepala,
- b. Pelindung mata dan muka,
- c. Pelindung telinga,
- d. Pelindung pernapasan beserta perlengkapannya,
- e. Pelindung tangan,
- f. Pelindung kaki,
- g. Pakaian pelindung,
- h. Alat pelindung jatuh perorangan, dan/atau
- i. Pelampung.

Selain itu, pada aspek kesehatan menurut Mondy (2008) dapat berupa faktor dalam lingkungan kerja yang mencakup waktu kerja yang melebihi batas hingga lingkungan yang dapat membuat stress, emosi hingga gangguan fisik. Dalam hal ini, waktu kerja telah dibahas dalam UU RI No. 13 Tahun 2013 tentang Ketenagakerjaan pada pasal 77 hingga pasal 79. Berdasarkan peraturan tersebut dapat diambil beberapa poin, diantaranya:

- a. Waktu kerja dapat meliputi 7 jam selama 1 hari, dan 40 jam untuk 6 hari kerja dalam 1 minggu,
- b. 8 jam kerja selama 1 hari, dan 40 jam untuk 5 hari kerja dalam 1 minggu,
- c. Waktu kerja lembur hanya dapat dilakukan paling banyak 3 jam dalam 1 hari.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III METODOLOGI

3.1 Uraian Umum

Metodologi yang digunakan untuk menyelesaikan Tugas Akhir tentang analisa percepatan pada proyek ini memiliki tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah
2. Pengumpulan Data
3. Analisis Data
4. Penarikan Kesimpulan

3.2 Uraian Metodologi

Dari uraian diatas, uraian dari tiap metodologi untuk menyelesaikan Tugas Akhir adalah sebagai berikut:

1. Perumusan Masalah

Tahap ini dilakukan pada awal pengambilan topik Tugas Akhir. Pada tahap ini diperlukan pemahaman terkait proyek yang akan diambil, dengan pemahaman tersebut dapat ditemukan beberapa permasalahan di proyek. Setelah permasalahan tersebut diambil, dicari rumusan masalah yang sesuai dengan permasalahan tersebut. Dengan memahami rumusan masalah yang diambil, maka pembahasan Tugas Akhir Terapan dapat lebih terarah.

2. Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan setelah rumusan masalah diambil. Untuk menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini diperlukan data primer dan data sekunder. Data primer merupakan hasil observasi lapangan dan wawancara. Observasi dan wawancara ini digunakan untuk mencari informasi lebih lanjut tentang masalah yang diangkat dan solusi yang pernah dilakukan. Selain data primer, diperlukan juga data sekunder yang berupa buku referensi, RAB proyek, AHSP proyek, dan data-data terkait lainnya.

3. Analisis Data

Analisis data dilakukan dengan mengolah data yang diperoleh saat pengumpulan data untuk menjawab perumusan masalah dari Tugas Akhir Terapan ini.

4. Penarikan Kesimpulan

Tahap ini merupakan tahap terakhir setelah hasil pengolahan data didapatkan. Hasil pengolahan data dibandingkan dengan rumusan masalah lalu diambil kesimpulan dari hipotesis dan hasil akhir analisa.

3.3 Analisis Data

3.3.1 Analisa Aktivitas Sisa Pekerjaan dan Keterlambatan

Pada analisa ini aktivitas pekerjaan diketahui dari laporan *progress* proyek mingguan atau realisasi proyek yang nantinya akan dibandingkan dengan *progress* rencana sehingga akan didapatkan sisa *progress* yang belum dilaksanakan. Selain itu dari data tersebut dapat diketahui kesesuaian realisasi dengan rencana proyek. Realisasi proyek biasanya dituliskan dengan persentase dan dibandingkan dengan *progress* rencana, sehingga akan terlihat apabila terjadi keterlambatan atau tidak.

3.3.2 Menentukan Metode Pelaksanaan

Metode pelaksanaan dapat digunakan sebagai langkah-langkah dalam pengerjaan proyek. Dalam metode pelaksanaan ini terdapat penjelasan detail dan rencana *network planning* yang selanjutnya akan mempermudah dalam perhitungan volume dan durasi.

3.3.3 Menghitung Volume Sisa Pekerjaan

Pada tahap ini setelah diketahui sisa pekerjaan yang akan dikerjakan, maka dilakukan perhitungan volume tiap item pekerjaan, dimana pada tugas akhir ini meliputi volume pengecoran, volume pembersian,

dan volume bekisting untuk pekerjaan kolom, *shearwall*, plat, balok dan tangga.

3.3.4 Perhitungan Durasi

Setelah didapatkan volume tiap item pekerjaan, maka dilanjutkan dengan perhitungan durasi. Untuk mengejar keterlambatan pada proyek ini, akan digunakan sistem kerja *shift* dan kerja lembur sehingga diharapkan akan menutupi keterlambatan yang sudah terjadi.

3.3.5 Penjadwalan Proyek

Pada tahap ini, item pekerjaan akan dijabarkan dalam *network planning* yang sudah dibuat, tampilan metode penjadwalan ini ditampilkan dalam media *Microsoft project*.

3.3.6 Perhitungan Anggaran Biaya Pelaksanaan

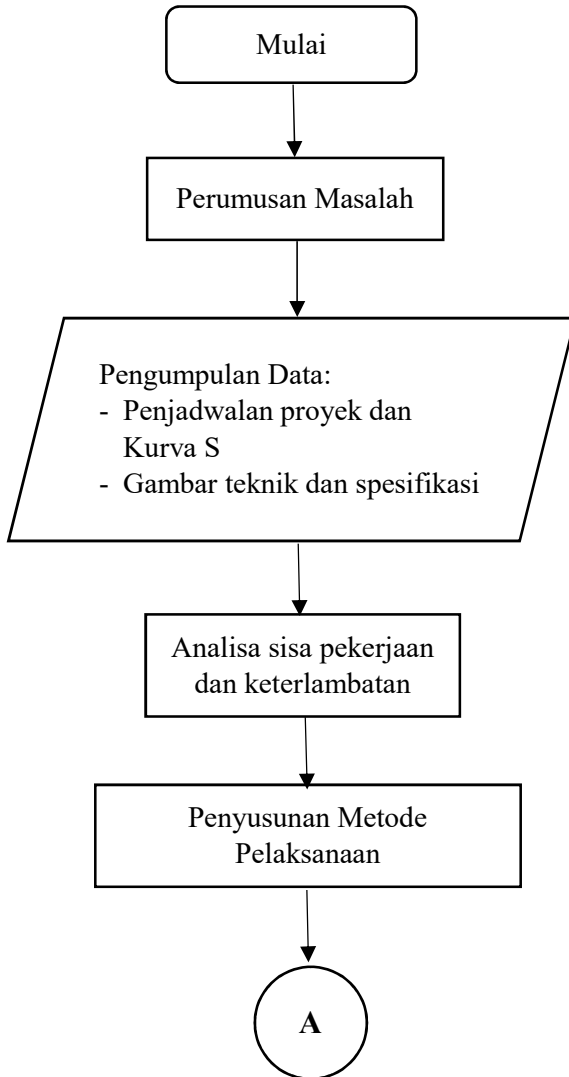
Dengan didapatnya volume dan durasi untuk setiap item pekerjaan dan setiap kebutuhan maka dilanjutkan dengan perhitungan anggaran biaya pelaksanaan proyek yang meliputi biaya material, biaya upah pekerja, dan sewa alat.

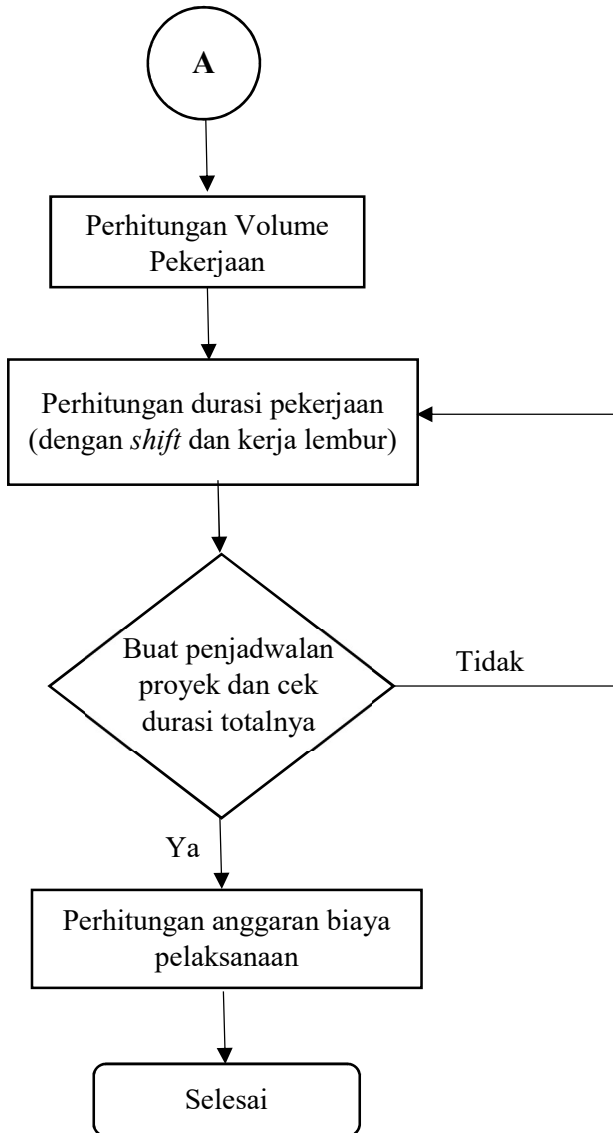
3.3.7 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisa tersebut maka diambil kesimpulan dan saran yang dapat digunakan bagi pelaksanaan proyek dalam hal waktu dan biaya yang sebaiknya dapat digunakan.

3.4 Tahapan Analisa

Tahapan analisa ini adalah langkah-langkah yang dilakukan dalam penyusunan tugas akhir terapan ini secara berurutan. Langkah-langkahnya adalah sebagai berikut:





Gambar 3. 1: Flowchart Analisa Tugas Akhir Terapan

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV DATA PROYEK

4.1 Data Umum Proyek

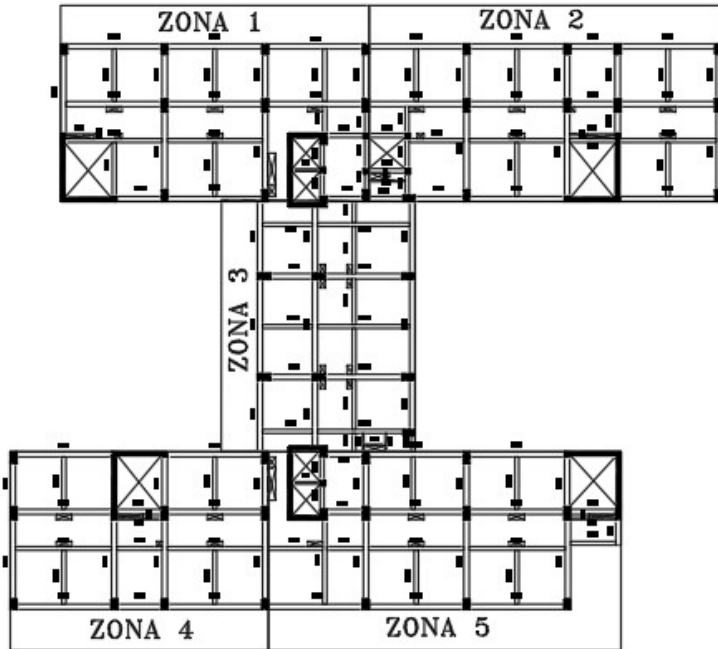
Data umum pada proyek yang dibahas dalam pelaksanaan pembangunan Apartemen Taman Melati @MERR, Surabaya adalah data struktur atas dari proyek tersebut. Proyek ini terdiri dari 33 lantai termasuk lantai atap dek beton, dan menggunakan metode konvensional untuk pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga. Untuk keperluan pengerjaan tugas akhir terapan, struktur yang akan ditinjau hanya pada lantai 7-14.

- Nama Proyek : Apartemen Taman Melati
- Alamat Proyek : Jl. Mulyorejo Utara No. 201,
Surabaya
- Mutu beton : K-500 (kolom dan *shearwall*),
dan K-300 (balok, plat, dan
tangga)
- Struktur Bangunan : Konstruksi beton bertulang

4.2 Data Fisik Bangunan

4.2.1 Pembagian Zona

Untuk memudahkan pelaksanaan proyek, maka proyek ini akan dibagi menjadi 5 zona seperti yang tertera pada gambar 4.1 berikut ini:



Gambar 4. 1. Pembagian Zona

4.2.2 Data Kolom

Tabel 4. 1. Data Tipe Kolom

No	Tipe Kolom	Dimensi		tinggi (m)
		b (m)	h (m)	
1	K1	0.6	0.8	3.1
2	K2	0.6	0.8	3.1
3	K3	0.6	1	3.1
4	K4	0.6	1	3.1

No	Tipe Kolom	Dimensi		tinggi (m)
		b (m)	h (m)	
5	K5	0.5	0.9	3.1
6	K6	0.5	0.9	3.1
7	K7	0.5	1	3.1
8	K8	0.5	1	3.1
9	K9	0.5	1	3.1
10	KL1	0.4	0.4	3.1

Jumlah tipe kolom tiap lantai dapat dilihat pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4. 2. Jumlah Tipe Kolom tiap Lantai

No	Tipe Kolom	n tiap lantai
1	K1	9
2	K2	6
3	K3	4
4	K4	9
5	K5	5
6	K6	6
7	K7	2
8	K8	2
9	K9	2
10	KL1	6

4.2.3 Data Balok

Data tipe dan jumlah balok tiap lantai dapat dilihat pada tabel 4.3 berikut ini:

Tabel 4. 3. Data Tipe Balok dan Jumlah Balok tiap Lantai

No	Tipe Balok	Dimensi		Jumlah tiap lantai
		b (m)	h (m)	
1	B1.B	0.4	0.6	7
2	B1.C	0.4	0.6	11
3	B1.D	0.4	0.6	21
4	B1.E	0.4	0.6	2
5	B1.F	0.4	0.6	24
6	B1.G	0.4	0.6	13
7	B1.H	0.4	0.6	1
8	B1.I	0.4	0.6	1
9	B2.A	0.3	0.5	1
10	B2.B	0.3	0.5	3
11	B2.C	0.3	0.5	10
12	B2.D	0.3	0.5	35
13	B2.F	0.3	0.5	11
14	BP1	0.15	0.15	13

4.2.4 Data *Shearwall*

Untuk tipe *shearwall* dan jumlah tiap lantai dapat dilihat pada tabel 4.4 berikut:

Tabel 4. 4. Data Tipe Shearwall

No	tipe	dimensi (m)				Tinggi (m)
		sisi atas	sisi bawah	sisi kanan	sisi kiri	
1	SW 1	-	4.3	-	5.2	3.1
2	SW 2	4.3	-	5.2	-	3.1
3	SW 3	-	4.25	5.2	-	3.1
4	SW 4	4.25	-	-	5.2	3.1
5	SW 5	2.95	2.95	-	5.6	3.1

Jumlah *shearwall* tiap lantai ditunjukkan pada tabel dibawah ini:

Tabel 4. 5. Jumlah Shearwall tiap Lantai

No	tipe	Jumlah SW tiap
1	SW 1	1
2	SW 2	1
3	SW 3	1
4	SW 4	1
5	SW 5	2

4.2.5 Data Plat

Tipe plat lantai yang digunakan untuk lantai 7 hingga 14 hanya 1 tipe yaitu tipe PL-3, untuk detail dari tipe PL-3 dapat dilihat di lampiran.

4.2.6 Data Tangga

Terdapat 4 tipe tangga yang digunakan pada lantai 7-14. Untuk detail tangga yang digunakan pada lantai 7-14 dapat dilihat di lampiran.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

PEMBAHASAN

5.1 Metode Pelaksanaan

Dalam melaksanakan pekerjaan konstruksi dibutuhkan metode pelaksanaan yang nantinya akan diterapkan di lapangan. Pemilihan metode pelaksanaan harus disesuaikan dengan kondisi di lapangan, dapat di aplikasikan dan efisien. Berikut adalah metode pelaksanaan yang digunakan.

5.1.1 Pekerjaan Kolom dan *Shearwall*

1. Pekerjaan Persiapan

Pekerjaan kolom dan *shearwall* memiliki metode pelaksanaan yang sama baik dalam pekerjaan persiapan, pembesian, fabrikasi maupun pengecoran. Pekerjaan ini diawali dengan melakukan pengukuran titik-titik as oleh surveyor dengan menggunakan *waterpass*. Hal ini dilakukan agar titik-titik tersebut sesuai koordinat yang ditentukan, sehingga kolom dan *shearwall* yang dicor tidak miring dan lurus dengan kolom dan *shearwall* di lantai sebelumnya. Setelah dilakukan pengecekan dengan *waterpass*, dilakukan marking di setiap sisi kolom dan *shearwall* sebagai patokan pemasangan bekisting.

2. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pembesian terdiri dari pekerjaan fabrikasi dan pemasangan. Pekerjaan fabrikasi dilakukan di area khusus untuk fabrikasi yang telah ditentukan. Fabrikasi dilakukan dengan bantuan *bar cutter* yang berfungsi untuk memotong tulangan, dan *bar bender* yang berfungsi untuk membuat bengkakan dan kaitan.

Tulangan utama kolom dipotong sepanjang tinggi kolom perlantai bangunan ditambah dengan panjang penyaluran tulangan untuk keperluan penyambungan

tulangan, sedangkan untuk sengkang dilakukan bengkokan dan kaitan sesuai dengan *shop drawing* yang sudah disetujui. Sama dengan fabrikasi tulangan kolom, tulangan *shearwall* juga dilakukan pemotongan tulangan utama sepanjang tinggi lantai ditambah panjang penyaluran, serta dibuat sengkang sesuai *shop drawing*. Setelah tulangan yang diperlukan dibuat, pada pekerjaan fabrikasi juga dilakukan perakitan tulangan antara tulangan utama dan sengkang, serta mengatur jarak sengkang kolom dan *shearwall* baik untuk tulangan tumpuan maupun lapangan.

Setelah perakitan selesai, pekerjaan dilanjutkan dengan pengangkatan tulangan dari area fabrikasi ke titik kolom atau *shearwall* yang dituju menggunakan alat angkut *tower crane*. Pengangkatan tulangan dilakukan per segmen untuk memudahkan pekerjaan.

Pemasangan tulangan kolom dan *shearwall* dibantu oleh para pekerja yang telah bersiap di titik pemasangan yang dituju. Pekerja tersebut akan mengepaskan tulangan yang diangkut ke stek kolom, selanjutnya perkuat sambungan dengan menggunakan kawat bendrat dan pasang selimut beton atau beton *decking*.

3. Pekerjaan Bekisting

Bekisting yang digunakan untuk kolom dan *shearwall* menggunakan multiplek meranti sebagai acuan dan untuk sabuk menggunakan kayu meranti ukuran 6/12 dan 5/7, serta diperkuat dengan penggunaan *wingnut* dan *tie rod* pada sabuk kolom dan *shearwall*.

Sama seperti pekerjaan pembesian, pekerjaan bekisting juga terdiri dari pekerjaan fabrikasi dan pemasangan. Untuk fabrikasi dilakukan di area fabrikasi yang terdiri dari pemotongan sesuai dengan ukuran rencana, dan perakitan. Selanjutnya bekisting diangkat ke titik yang dituju dengan menggunakan *tower crane* dan

dilakukan pemasangan oleh pekerja yang bersiap di area pemasangan. Untuk menjaga ketegakan dan lurusnya bekisting maka digunakan unting-unting.

4. Pengecoran

Pengecoran kolom dan *shearwall* dilakukan setelah pekerjaan bekisting selesai dikerjakan. Pengecoran kolom dan *shearwall* dilakukan menggunakan beton *ready mix* dengan mutu K-500.

Sebelum dilakukan pengecoran terlebih dahulu dilakukan kontrol kualitas dari pemasangan tulangan dan bekisting yang sudah terpasang. Hal ini dilakukan oleh seorang QC (*Quality Control*). Kemudian dilanjutkan dengan uji slump untuk mengetahui mutu dan persyaratan beton yang telah direncanakan. Nilai slump yang ditentukan yaitu minimal 8 cm dan maksimal 12 cm. Apabila slump sudah masuk kedalam spesifikasi yang ditentukan maka dapat dilanjutkan dengan pengecoran, apabila tidak sesuai maka pihak *ready mix* mengirimkan beton yang baru dan sesuai spesifikasi.

Setelah beton selesai dilakukan uji slump, beton *ready mix* siap dituang ke *concrete bucket*, lalu *concrete bucket* disambung dengan pipa *tremi* sepanjang 4 meter dan kemudian diangkat dengan *Tower Crane* menuju lokasi pengecoran. Penuangan beton dilakukan secara bertahap yaitu $\frac{3}{4}$ dari tinggi kolom atau *shearwall*, hal ini dilakukan untuk menghindari terjadinya segregasi yaitu pemisahan agregat yang dapat mengurangi mutu beton. Selama proses pengecoran berlangsung, dimasukkan *concrete vibrator*. Hal tersebut dilakukan agar beton dapat mengisi seluruh ruangan, serta untuk menghilangkan rongga-rongga udara yang dapat membuat beton keropos.

5. Pembongkaran Bekisting

Untuk pekerjaan kolom dan *shearwall*, bekisting dibongkar setelah 7-8 jam. Hal ini dilakukan setelah beton dapat menahan berat sendiri dan beban dari luar. Bekisting yang telah dibongkar dibersihkan dari sisa-sisa beton yang melekat dan disimpan pada tempat yang terlindung untuk menjaga bekisting untuk pekerjaan selanjutnya. Pekerjaan pembongkaran bekisting kolom dan *shearawall* dilakukan dengan tidak mengurangi keamanan dan kemampuan struktur.

Setelah bekisting di bongkar dan diangkut ke area fabrikasi untuk dilakukan reparasi, hasil pengecoran selanjutnya di cek oleh QC. Jika ditemui hasil cor yang kurang bagus, maka dilakukan perbaikan sesuai instruksi yang diberikan oleh QC.

5.1.2 Pekerjaan Balok dan Plat

1. Pekerjaan Persiapan

Sama seperti pekerjaan persiapan pada kolom dan *shearwall*, sebelum dilakukan pemasangan bekisting dilakukan pengukuran di lapangan terlebih dahulu. Bersamaan dengan kegiatan persiapan, dilakukan pula pekerjaan fabrikasi bekisting dan pembersian balok dan plat.

2. Pekerjaan Bekisting

Pada pekerjaan balok dan plat, bekisting terlebih dahulu dipasang sebelum pemasangan tulangan. Pekerjaan bekisting juga dibagi menjadi fabrikasi dan pemasangan. Pekerjaan bekisting untuk plat lantai dapat dilakukan bersamaan dengan pekerjaan bekisting untuk balok. Untuk pemasangan bekisting disokong oleh *scaffolding*, beriktu adalah tahapan pemasangan *scaffolding* dan bekisting untuk plat dan balok.

- a. Memasang *jack base* yang berfungsi sebagai penyangga utama untuk tetap menjaga mainframe berdiri dengan kokoh menahan beban yang dipikul. Penggunaan *jack base* sebagai pengatur ketinggian/ elevasi *scaffolding* sesuai ketinggian yang telah direncanakan.
- b. Memasang *mainframe* sebagai struktur utama dari *scaffolding* itu sendiri.
- c. Memasang *cross brace* sebagai pengaku dan pengikat antarmainframe untuk menjaga struktur *scaffolding* tetap kokoh dan berdiri tegak.
- d. Memasang *u-head jack* sebagai penyangga balok suri-suri. Selain itu *u-head* juga berfungsi untuk mengatur ketinggian struktur balok yang akan direncanakan.
- e. Pasang balok suri-suri dan *multiplek* sebagai cetakan untuk beton segar

Tahapan pekerjaan bekisting ini sangat perlu diperhatikan karena berdampak langsung pada pekerjaan-pekerjaan lainnya. Adapun beberapa persyaratan pekerjaan bekisting menurut Dinas Pekerjaan Umum yang harus dipenuhi yaitu kekuatan, kekakuan, dan stabilitas.

3. Pekerjaan Pembesian

Pada pekerjaan pembesian terbagi menjadi pekerjaan fabrikasi dan pemasangan, yang membedakan adalah pada saat perakitan dilakukan setelah tulangan yang difabrikasi diangkat ke lokasi pemasangan besi. Tulangan memanjang dan sengkang dipisah lalu di angkat menggunakan *tower crane* ke lokasi. Setelah itu dirakit di atas bekisting balok dan dipasang beton decking untuk jarak selimut beton pada alas dan sisi samping balok lalu di ikat. Pada balok menggunakan sistem penulangan tumpuan dan lapangan. Panjang tulangan pada tumpuan yaitu sebesar $\frac{1}{4}$ panjang bentang dan pada lapangan yaitu $\frac{1}{2}$ panjang bentang. Tulangan memanjang dan tulangan yang telah dipabrikasi

diletakkan pada lokasi balok. Pemasangan tulangan sesuai dengan gambar rencana, dan dengan cara sistem balok menerus.

Penulangan plat dipasang 2 lapis (atas dan bawah), dan tulangan cakar ayam dipasang diantara lapis atas dan bawah untuk menjaga ketinggian atau elevasi plat lantai. Pada bagian bawah tulangan plat dan balok dipasang beton *decking* untuk patokan selimut beton pada plat lantai dan balok.

4. Pengecoran

Pengecoran balok dan plat dilakukan setelah pemasangan tulangan selesai dikerjakan. Pengecoran balok dan plat dilakukan menggunakan beton *ready mix* dengan mutu K-300. Sama seperti pekerjaan pengecoran pada kolom dan *shearwall*, sebelum dilakukan pengecoran terlebih dahulu dilakukan kontrol kualitas dari pemasangan tulangan dan bekisting yang sudah terpasang. Hal ini dilakukan oleh seorang QC (*Quality Control*). Kemudian dilanjutkan dengan uji slump untuk mengetahui mutu dan persyaratan beton yang telah direncanakan. Nilai slump yang ditentukan yaitu minimal 8 cm dan maksimal 12 cm.

Setelah dilakukan uji slump dan pembersihan lokasi cor dengan kompresor, maka beton dituangkan ke *bucket cor* lalu diangkat dengan *tower crane*, seperti pada pekerjaan pengecoran untuk kolom dan *shearwall*. Selama kegiatan pengecoran berlangsung, dimasukkan *concrete vibrator* agar beton dapat mengisi seluruh ruangan dan rongga udara yang dapat membuat beton menjadi keropos. Proses penggetaran tidak boleh terlalu lama, apabila terlihat air semen sudah memisah dengan agregat, maka *vibrator* dipindahkan ke titik yang lain.

Setelah beton dituang dan dilakukan penggetaran dengan *vibrator*, dilakukan perataan permukaan beton sesuai dengan ketebalan yang direncanakan. Kegiatan

perataan ini dilakukan secara manual dengan menggunakan ruskam kayu atau *aluminium straight edges*. Perataan ini bertujuan agar permukaan plat rata dan memastikan tidak ada udara yang terjebak didalam campuran beton.

5. Pembongkaran Bekisting

Pekerjaan pembongkaran bekisting plat dan balok dilakukan apabila beton telah cukup umur yakni selama 7-14 hari. Beton yang cukup umur ialah beton yang dapat menahan berat sendiri dan beban dari luar. Bekisting yang telah dibongkar dibersihkan dari sisa-sisa beton yang melekat dan disimpan pada tempat yang terlindung untuk menjaga bekisting untuk pekerjaan selanjutnya. Pekerjaan pembongkaran bekisting plat dan balok dilakukan dengan tidak mengurangi keamanan dan kemampuan struktur.

Pembogkaran diawali dengan bongkar multiplek secara hati-hati untuk bagian pinggir area beton yang telah cukup umur. Lalu longgarkan *u-head* dan bongkar multiplek bagian tengah secara hati-hati. Buka balok surisuri dan selanjutnya dapat dilakukan bongkar *scaffolding*. Setelah proses pembongkaran bekisting selesai, maka selanjutnya pengecekan hasil cor yang dilakukan oleh QC. Jika ditemui hasil cor yang kurang bagus, maka selanjutnya dilakukan perbaikan sesuai dengan instruksi yang QC berikan.

5.1.3 Pekerjaan Tangga

1. Pekerjaan Persiapan

Pada pekerjaan persiapan untuk tangga, hal pertama yang dilakukan adalah melakukan marking untuk menentukan tinggi tanjakan dan lebar injakan, serta melakukan pengukuran kemiringan tangga.

2. Pekerjaan Bekisting

Sama halnya dengan pekerjaan balok dan plat, pekerjaan bekisting tangga dilakukan terlebih dahulu

sebelum pemasangan tulangan. Pemasangan bekisting dimulai dari pemasangan balok dan multiplek untuk bordes dan badan tangga. Untuk mengantisipasi kekuatan bekisting terhadap elevasi/ketinggian lantai dibawahnya, maka dikombinasikan dengan perancah yang berfungsi untuk menahan beban serta mempertahankan posisi kemiringan tangga. Untuk bekisting anak tangga, bekisting dibuat sesuai dengan perencanaan anak tangga yang kemudian dikaitkan pada bekisting balok. Bekisting dinding tangga dipaku dengan bekisting badan tangga, dinding anak tangga dipasang diantara dinding badan tangga sesuai dengan yang telah digambar pada dinding badan tangga dan dipaku dari dinding tangga kearah dalam. Untuk memudahkan pemasangan dapat dilakukan dari bawah keatas. Setelah semua terpasang, kemudian antar anak tangga dirangkai dengan kayu 5/7 memanjang dari atas ke bawah.

3. Pekerjaan Pembesian

Pekerjaan pemasangan tulangan tangga dilakukan setelah pemasangan bekisting tangga. Tulangan utama dipasang terlebih dahulu, kemudian dirangkai dengan tulangan sengkang. Bagian bawah tulangan tangga diberi beton *decking* sebagai selimut beton. Pemasangan tulangan anak tangga disesuaikan dengan *shop drawing* yang telah disetujui. Tulangan anak tangga dikaitkan dengan tulangan badan tangga dengan cara diikat dengan bendrat, kemudian dipasang tulangan memanjang untuk memperkuat anak tangga.

4. Pengecoran

Pengecoran dilakukan setelah pemasangan tulangan selesai. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *bucket cor* yang diangkat dengan *tower crane*. Untuk mempermudah pekerjaan, pengeoran dilakukan dari atas

ke bawah. Beton yang telah dituang diratakan menggunakan penggaruk, dan kemudian dimasukkan *concrete vibrator*.

5. Pembongkaran Bekisting

Sama halnya dengan bekisting balok dan plat, untuk bekisting tangga dilakukan pembongkaran bekisting setelah 7-14 hari. Pembongkaran dimulai dari multiplek bagian dinding tangga lalu dilanjutkan pelepasan pipa *support* dan multiplek bagian bawah.

5.2 Pengendalian Mutu (*Quality Control*)

Pengendalian mutu dilakukan untuk mendapatkan hasil yang baik dan proses yang dapat berjalan lancar sesuai dengan metode pelaksanaan yang sudah disetujui, dengan adanya pengendalian mutu, diharapkan hasil akhir yang akan didapatkan sesuai dengan rencana dan agar tidak terjadi cacat pada hasil yang mengakibatkan pekerjaan ulang yang menyebabkan bertambahnya biaya.

Setidaknya ada 3 tahapan dalam pengendalian mutu yaitu saat penerimaan material, pada proses fabrikasi, dan setelah pengerjaan.

5.2.1 Tulangan

Dalam uji kualitas tulangan, terdapat uji kuat tarik besi tulangan untuk mengetahui mutu baja tulangan yang digunakan. Berdasarkan peraturan SNI 07-2529-199, apabila konstruksi beton akan menggunakan lebih dari satu jenis dan ukuran baja beton, maka setiap jenis dan ukuran harus dilakukan pengujian kuat tarik. Setiap contoh dibuat 2 (dua) benda uji untuk pengujian ganda, setelah itu, setiap benda uji dilengkapi dengan nomor benda uji, nomor contoh serta dimensinya, dari hasil pengujian diperoleh grafik antara gaya tarik yang bekerja dengan perpanjangan tulangan.

Selanjutnya apabila tulangan sudah terpasang di lapangan, dilakukan pengecekan sesuai dengan sni-2847-2013 pasal 7. Pengecekan tersebut terdiri dari dimensi tulangan utama dan sengkang, ukuran kait dan bengkokkan, jumlah tulangan, jarak antar tulangan, jarak sengkang, sambungan lewatan antar tulangan, dan ketebalan beton decking harus sesuai dengan standart gambar yang telah direncanakan.



Gambar 5. 1: Contoh pengukuran jarak tulangan pada tulangan kolom

Sumber: Dok. Pribadi

5.2.2 Bekisting

Pengecekan bekisting terdiri dari desain cetakan, pemasangan bekisting, pembersihan cetakan, dan pembongkaran. Hal tersebut harus sesuai dengan SNI-2847-2013 pasal 6.1 dan pasal 6.2.

- Desain cetakan harus menghasilkan elemen struktur yang memenuhi persyaratan atau rencana awal meliputi bentuk, garis dan dimensi bekisting, harus memperhatikan kekuatan bekisting untuk menahan beban tersebut.

- Pemasangan bekisting terutama kolom dan *shearwall*, harus di cek posisi horizontal dan vertikal, dalam pengecekannya dibantu dengan garis marking dan unting-unting. Hal ini dilakukan agar hasil pengecoran kolom tidak miring.
- Pembersihan bekisting harus memperhatikan kotoran dan benda yang menempel. Sebelum dilakukan pengecoran, bekisting balok dan plat dibersihkan dengan menggunakan kompresor agar kotoran yang menempel terlepas dari bekisting.
- Pembongkaran bekisting harus dilakukan dengan metode dan durasi yang sudah ditentukan agar tidak mengurangi kemampuan layan struktur.



Gambar 5. 2: Alat Bantu Unting-unting untuk Mempermudah Pengecekan Bekisting

Sumber: Dok. Pribadi

5.2.3 Beton *Ready Mix*

Penggunaan beton *ready mix* saat ini lebih banyak dipilih karena menghemat waktu pembuatan, tidak membutuhkan banyak lahan untuk pembuatan beton basah,

dan mengurangi polusi yang ditimbulkan ketika pembuatan beton basah. Mutu beton *ready mix* dapat disesuaikan dengan kebutuhan di lapangan.

Namun, dalam penggunaan *ready mix* ini juga perlu diperhatikan kontrol kualitasnya. Kontrol tersebut berupa kontrol material yang digunakan untuk *ready mix*, kontrol uji slump yang dilakukan di lapangan, serta kontrol mutu dengan cara uji tekan beton.

- Untuk kontrol material yang digunakan baik *supplier* maupun kontraktor sebaiknya melakukan kontrol agar penggunaan material *ready mix* memenuhi kualitas. Pengecekan ini dapat mengikuti SNI 2847-2013, yang berisi tes berat jenis, tes resapan, tes kadar organik, tes gradasi, tes kadar air, tes kadar lumpur, dan sebagainya.
- Saat beton *ready mix* dikirim ke *site* proyek, terlebih dahulu dilakukan uji slump dan pengambilan sampel untuk uji kuat tekan beton. Untuk jumlah sampel yang dibutuhkan dapat dilakukan berdasarkan SNI-2847-2013 pasal 5.6.2. Selain pengambilan sampel, dilakukan juga uji slump yang bertujuan untuk mengetahui *workability* dari beton. Pengujian slump dilakukan dengan corong konus yang terbuat dari baja. Corong ini mempunyai dimensi diameter bawah 20 cm dan mengerucut setinggi 30 cm serta lubang atasnya mempunyai diameter 10 cm. Proses pengujian slump adalah dengan cara memasukkan sampel beton segar dari *truck mixer* yang akan digunakan untuk pengecoran. Penuangan beton ini dilakukan dalam 3 tahap, setiap penuangan sebanyak sepertiga bagian dari corong konus tersebut. Setelah penuangan, disetiap tahap dilakukan penumbukan hingga tahap ketiga, lalu ratakan bagian atasnya. Selanjutnya, corong konus diangkat perlahan secara

vertikal. Untuk menghitung nilai slump, letakkan corong konus secara terbalik di sebelah beton, lalu letakkan penumbuk diatas corong dan adukan slump, selanjutnya ukur jarak antara ujung konus dan ujung slump. Apabila nilai slump diatas atau dibawah nilai yang dipersyaratkan di RKS yaitu 8-12cm, maka pengawas berhak untuk menolak beton *ready mix* tersebut, namun apabila memenuhi dapat dilanjutkan pekerjaan pengecoran.



Gambar 5. 3: Perhitungan Nilai Slump

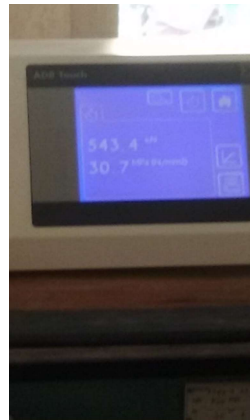
Sumber: Lauw Tjun Nji

- Tes uji kuat tekan dilakukan untuk mengetahui kuat tekan beton serta dapat digunakan untuk menentukan waktu pembongkaran bekisting balok dan plat lantai. Menurut SNI 2847-2013, pengambilan sampel minimal 3 pasang setiap satu truk molen. Beton uji ini dibuat dalam silinder berukuran diameter 15 cm dengan tinggi 30 cm, pengisian dilakukan sama seperti uji slump yaitu dalam 3 tahap dengan setiap tahap dirojok 25 kali. Setelah itu diberi nama dan tanggal pembuatan beton, setelah 24 jam beton dilepas dari cetakan dan dilakukan *curing* didalam air bersuhu kurang lebih 25°C. Benda uji ini dilakukan uji kuat tekan pada usia 7 hari, 14 hari, 21

hari dan 28 hari. Apabila hasilnya sesuai dengan syarat maka dapat dilakukan pekerjaan selanjutnya, namun jika tidak memenuhi target maka dapat dilakukan *hammer test* dan *core drill* secara acak. Apabila dari hasil tersebut masih tidak memenuhi syarat, maka pihak pengguna jasa berhak meminta *supplier ready mix* untuk emngganti beton dengan mutu yang sesuai.



(a)



(b)

Gambar 5. 4: (a) Proses Uji Tekan Beton,
(b) Hasil Uji Tekan Beton

Sumber: Dok. Pribadi

5.2.4 Pelaksanaan Pengecoran Beton

Pelaksanaan pengecoran beton dapat dilaksanakan setelah pemasangan bekisting dan tulangan dilakukan, serta uji slump sudah memenuhi syarat. Dalam pelaksanaan pengecoran ini menggunakan *concrete bucket* yang dipasang dengan pipa tremi, lalu diangkat dengan *tower crane* ke titik

pengecoran. Dalam pelaksanaannya, tinggi jatuh beton dari *bucket* ke titik yang dituju tidak boleh terlalu jauh untuk menghindari segregasi (pemisahan air semen dengan agregat). Pelaksanaan pengecoran kolom dan *shearwall* dilakukan secara bertahap sebanyak 3 lapis, setelah sepertiga pertama beton dituang, dilakukan perojokan dengan *concrete vibrator* agar beton mengisi seluruh celah. Sama halnya dengan kolom dan *shearwall*, untuk pengecoran balok, plat dan tangga juga menggunakan *concrete bucket*, setelah beton dituang ke titik yang ditentukan maka dilakukan pemadatan dengan *concrete vibrator*, setelah selesai, plat dan balok diratakan dengan ruskam kayu.



(a)



(b)

Gambar 5. 5: (a) Penggunaan Vibrator untuk Pengecoran Kolom, (b) Compressor yang Digunakan untuk Pembersihan Bekisting

Sumber: Dok. Pribadi

5.2.5 Perawatan Beton

Perawatan beton (*curing*) adalah salah satu langkah penting dalam pengendalian mutu beton, karena dengan

perawatan yang baik, mutu beton tidak akan turun dari target mutunya. Setelah proses pengecoran, bekisting kolom dan *shearwall* dapat dilepas setelah 6-8 jam sedangkan untuk balok dan plat dilakukan setelah 7-14 hari.

Meskipun bekisting balok dan plat sudah dilepas, namun balok, plat dan tangga harus tetap disangga hingga kekuatan beton memenuhi untuk menanggung beban. Selain itu, beton juga harus dirawat dengan menutup permukaan beton yang sudah dicor dengan karung goni yang dibasahi, selain itu *curing* dapat pula dilakukan dengan menyiram air pada beton setiap harinya untuk menjaga kelembaban beton. Perawatan ini dilakukan selama 7 hari setelah pengecoran.



Gambar 5. 6: Salah Satu Proses *Curing* Beton

Sumber: Lauw Tjun Nji

5.3 Kesehatan dan Keselamatan Kerja (K3)

Pengendalian kesehatan dan keselamatan kerja diperlukan untuk melindungi pekerja dari beberapa kemungkinan kecelakaan kerja. Pada proyek konstruksi dibutuhkan pengendalian K3 karena level bahaya yang ditimbulkan. Target dari pengendalian ini adalah *zero accident* yaitu tidak ada kecelakaan selama proyek

berlangsung. Berikut adalah beberapa kelengkapan K3 yang diperlukan untuk beberapa jenis pekerjaan:

5.3.1 Umum

- a. Ketersediaan alat pemadam kebakaran, terutama *fire extinguisher* atau hidran. Alat pemadam api harus ditempatkan sedemikian rupa sehingga mudah terlihat dan tidak terhalang, untuk semua jenis Alat Pemadam Api Ringan yang dikemas dalam bentuk tabung harus memenuhi syarat sebagai berikut:
 - Tabung harus dalam keadaan baik
 - Label mudah dibaca dengan mudah
 - Sebelum digunakan, segel harus dalam keadaan baik
 - Selang harus tahan terhadap tekanan tinggi
 - Bahan baku pemadam selalu dalam keadaan baik
 - Isi tabung gas sesuai dengan tekanan yang disyaratkan
 - Belum kadaluwarsa
 - Warna tabung mudah dilihat
- b. Adanya kotak P3K yang terbuat dari bahan yang kuat dan tahan lama tetapi ringan dengan desain yang mudah dipindah serta diberi label yang jelas. Lokasi penempatan harus ditempat yang mudah dilihat dan dijangkau atau disesuaikan dengan tinggi bahu rata-rata orang dewasa. Menurut Departemen Pekerjaan Umum, rekomendasi isi kotak P3K adalah sebagai berikut

Tabel 5. 1: Isi Kotak P3K

No	Isi	Kotak A (25 TK)	Kotak B (50 TK)	Kotak C (100 TK)
1	Kasa Steril	20	40	40
2	Perban 5 cm	1	2	4
3	Perban 7.5 cm	1	3	6
4	Kain transparan 1 pak	1	2	4
5	Plester 1.25	1	1	2
6	Mitela	4	4	6

No	Isi	Kotak A (25 TK)	Kotak B (50 TK)	Kotak C (100 TK)
7	Gunting	1	1	1
8	Peniti	4	4	6
9	Sarung Tangan	2	2	4
10	Masker	1	1	2
11	Aquades 100 ml	1	3	6
12	Buku pedoman P3K	1	1	1
13	Daftar isi kotak P3K	1	1	1

Jumlah kotak P3K harus memadai disesuaikan dengan jumlah tenaga kerja yang melaksanakan proyek tersebut, berikut kebutuhan jumlah kotak P3K dibandingkan dengan jumlah pekerja menurut departemen PU.

Tabel 5. 2: Jumlah Kotak P3K

No	Jumlah Pekerja	Jumlah dan Tipe
1	< 25	Minimal 1 box kotak A
2	s/d 50	Minimal 1 box kotak B
3	s/d 100	Minimal 1 box kotak C

Sumber: Modul 1 Pelatihan Ahli Pengawas Konstruksi Bangunan Gedung Departemen PU (hal. II-8)

Dimana 1 kotak B setara dengan 2 kotak A, dan 1 kotak C setara 2 kotak B. Ketersediaan kotak P3K harus selalu tersedia dan dimonitor oleh panitia P2K3. Masa berlaku kotak P3K tergantung dari bahan maupun obat-obatan yang ada di dalam kotak P3K.

- c. Alat Pelindung Diri (APD) merupakan pelindung diri agar tidak mengalami cedera akibat kerja. Untuk pekerjaan konstruksi, pelindung yang harus digunakan antara lain:

- Sabuk pengaman (*safety belt*), harus dipasang pada kegiatan lebih dari 3 meter. Sabuk ini digunakan pada pinggang dan mengikatkan ke bagian konstruksi yang diperkirakan cukup kuat dan dapat menahan beban manusia sehingga apabila tpekerja terpeleset tidak akan langsung jatuh tetapi dapat tertahan oleh sabuk pengaman.



Gambar 5. 7: Sabuk Pengaman

Sumber: Safe dot (2012)

- Helm, berguna untuk melindungi kepala dari benturan benda yang mungkin jatuh, untuk itu harus dipilih mutu yang terbaik.



Gambar 5. 8: Safety Helmet

Sumber: Shop AJBS

- Sarung tangan, digunakan untuk melindungi kulit tangan dari luka akibat serpihan besi, batu tajam atau cairan semen dari adukan. Penggunaan sarung tangan harus disesuaikan pekerjaan tertentu.



Gambar 5. 9: Sarung Tangan Pengaman
Sumber: turtleskin.com

- *Safety Shoes*, digunakan untuk melindungi kaki dari luka akibat terjepit, benda-benda tajam dan sejenisnya. Penggunaan sepatu harus sesuai dengan pekerjaan yang dilakukan.



Gambar 5. 10: Safety Shoes
Sumber: IndiaMart.com

- Penutup hidung (masker), digunakan saat bekerja pada daerah berdebu atau yang mengandung unsur kimia seperti debu semen yang menimbulkan gangguan pernapasan.



Gambar 5. 11: Masker

Sumber: Indotrading.com

- Kaca mata, harus digunakan untuk pekerjaan khusus seperti memecah batu, mengelas, mengerinda, dan sebagainya



Gambar 5. 12: Kacamata Pelindung

Sumber: Indotrading.com

- Pelindung telinga, digunakan pada lingkungan pekerjaan yang bising dan dapat menimbulkan gangguan pendengaran.



Gambar 5. 13: Pelindung Telinga
Sumber: rianjayasafety.com

- Pakaian yang dikenakan juga harus dipilih yang tidak terlalu ketan dan tidak terlalu longgar. Selain itu digunakan rompi pelindung agar lebih terlihat terutama pada malam hari.



Gambar 5. 14: Rompi Pengaman
Sumber: Indotrading.com

- d. Rambu-rambu keselamatan kerja penting dalam penerapan K-3, dan harus dipasang di tempat yang strategis serta mudah terlihat dan sesuai dengan situasi kerja. Rambu-rambu yang diperlukan antara lain:
- Wajib menggunakan topi pengaman (*helmet*) pada daerah sekitar proyek.
 - Dilarang merokok atau menyalakan api pada daerah yang berdekatan dengan tempat penyimpanan bahan-bahan yang mudah terbakar seperti bensin, bahan kimia dan sejenisnya.
 - Wajib menggunakan kaca mata/kedok las bagi tukang las.
 - Wajib menggunakan penutup/pelindung telinga pada daerah yang bising akibat bunyi mesin seperti mesin ketam, mesin gergaji dan sebagainya.
 - Rambu-rambu lainnya sesuai dengan karakteristik bidang pekerjaannya.



Gambar 5. 15: Contoh Rambu Proyek tentang Penggunaan Alat Pelindung Diri
Sumber: Rambu and safety sign, Surabaya

5.3.2 Pekerjaan Pemesian

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pemesian meliputi:

1. Faktor lapangan dan alat
 - Pemasangan besi beton yang panjang harus dikerjakan oleh pekerja yang cukup jumlahnya, terutama pada tempat yang tinggi, untuk mencegah besi beton tersebut meliuk/ melengkung dan jatuh.
 - Pada waktu memasang besi beton yang vertikal, pekerja harus berhati-hati agar besi beton tidak melengkung dengan cara mengikatkan bambu atau kayu sementara.
 - Memasang besi beton di tempat tinggi harus memakai perancah, dilarang keras naik/turun melalui besi beton yang sudah terpasang.
 - Ujung-ujung besi beton yang sudah tertanam harus ditutup dengan potongan bambu atau lainnya, baik setiap besi beton masing-masing atau secara kelompok batang besi, untuk mencegah kecelakaan fatal.
 - Bila menggunakan pesawat angkat (crane) untuk mengangkat atau menurunkan sejumlah besi beton, harus menggunakan alat bantu angkat yang terbuat dari tali kabel baja (sling) untuk mengikat besi beton menjadi satu dan pada saat pengangkatan atau penurunan harus dipandu oleh petugas (misal dengan memakai peluit).
 - Pengangkatan atau penurunan ikatan besi beton harus mengikuti prosedur operasi pesawat angkat (crane).
2. Faktor manusia
 - Semua pekerja yang bekerja di tempat tinggi harus dilengkapi dan menggunakan sabuk pengaman.
 - Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.

- Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
- Pekerja mengenakan kaca mata khusus untuk pengelasan.
- Memelihara kebersihan dan ketertiban.
- Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

5.3.3 Pekerjaan Bekisting

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi:

1. Faktor lapangan dan alat
 - Rute aman harus disediakan pada tiap bagian dari bangunan.
 - Bagian bentuk perancah dari pendukung rangkanya bekisting yang menyebabkan tergelincir harus ditutup rapat dengan papan.
 - Bentuk sambungan rangka bekisting menara harus direncanakan mampu menerima beban eksternal dan faktor keselamatan harus diperhitungkan.
2. Faktor manusia
 - Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
 - Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
 - Memelihara kebersihan dan ketertiban.
 - Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

5.3.4 Pekerjaan Pengecoran

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi:

1. Faktor lapangan dan alat
 - Pemeriksaan semua peralatan dan mesin yang akan digunakan.
 - Pemeriksaan semua perancah, bekisting, dan ikatan penyangga dll.
 - Pemasangan pipa tremi perlu diperiksa agar tidak mudah lepas dari *bucket cor*.

- Proses pengecoran harus dilakukan dengan hati-hati agar tidak mengubah posisi bekisting terutama untuk pekerjaan kolom dan *shearwall*.
2. Faktor manusia
 - Pekerja mengenakan sepatu khusus dan helm dilokasi proyek.
 - Pekerja mengenakan kaos tangan atau sarung tangan.
 - Memelihara kebersihan dan ketertiban.
 - Mematuhi peraturan dan rambu-rambu yang ada di lokasi proyek.

5.3.5 Pekerjaan Pembongkaran Bekisting

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi:

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

5.3.6 K3 Tower Crane

Faktor peninjauan sistem K3 dalam pembesian meliputi:

1. Operator harus yang berpengalaman, mempunyai kondisi fisik yang kuat dan mempunyai sertifikat.
2. Selalu memonitor kabel dan memastikannya supaya tidak terjadi overload.
3. Memastikan operator tidak melebihi rating ton-meter bagi crane, ketika beban bergerak pada jib. Sebuah alat yang dinamakan *cat head assembly* pada slewing unit,

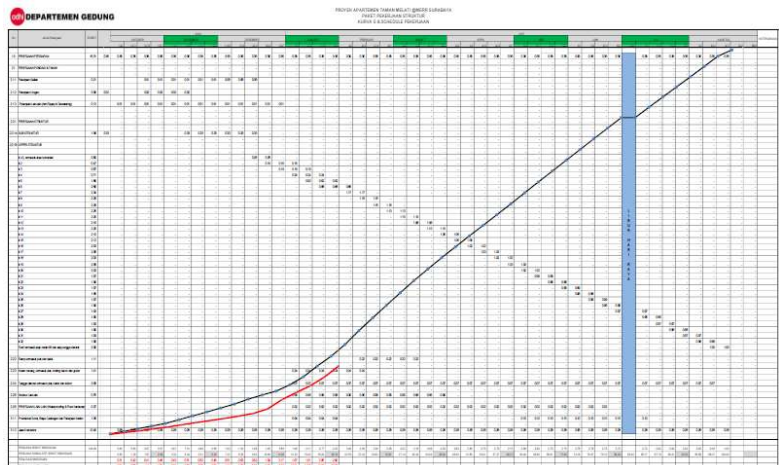
dapat mendeteksi secara dini bila terjadi kondisi overload.

4. Melakukan pengawasan yang tinggi saat instalasi dan pembongkaran supaya tower crane benar-benar kuat dan kokoh.
5. Semua pekerja yang bekerja di tempat tinggi harus dilengkapi dan menggunakan sabuk pengaman, sarung tangan, sepatu lapangan, helm dan alat pelindung diri lain yang diperlukan

5.4 Perhitungan Biaya dan Waktu

5.4.1 Analisa Keterlambatan

Dalam menghitung keterlambatan proyek, maka diperlukan data progress atau dapat dilihat dari progress yang digambarkan dalam kurva S proyek terkait. Proyek Apartemen Taman Melati ini memiliki progress yang terlambat, dapat dilihat dari kurva S target dan realisasi dibawah ini (terlampir).



Gambar 5. 16: Kurva S Rencana dan Realisasi Proyek Apartemen Taman Melati, Surabaya

Sumber: Data Proyek

Dari data kurva S diatas diketahui bahwa pada akhir minggu ke 18 pekerjaan, target yang pekerjaannya adalah 23,78% sedangkan realisasinya hanyalah 19,38%. Realisasi tersebut seharusnya sudah diselesaikan pada akhir minggu ke 17 dimana targetnya adalah 20,74% namun realisasinya adalah 16,29%. Maka total keterlambatannya dapat dihitung sebagai berikut:

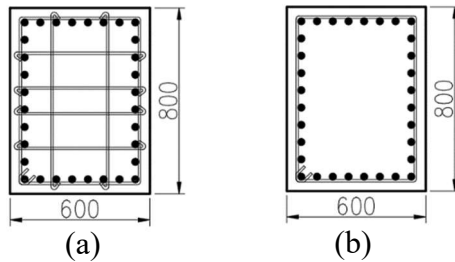
- Karena realisasi minggu 18 (19.38%) seharusnya selesai pada akhir minggu 17 (target 20,74%) maka diambil keterlambatan selama 7 hari.
- Selisih realisasi dengan target minggu 17 adalah $20,74\% - 19,38\% = 1,36\%$
- Dari kurva S diketahui bobot mingguan minggu 17 adalah 2,53%, maka sisa keterlambatan dapat dihitung dengan $\frac{1.36\%}{2.53\%} \times 7 \text{ hari} = 3,76 \text{ hari} = 4 \text{ hari}$
- Maka total keterlambatan yang terjadi adalah $7 + 4 = 11$ hari
- Durasi pengerjaan lantai 7 sampai dengan lantai 14 adalah 9 minggu (63 hari). Maka apabila dalam pengerjaan lantai 7-14 pekerjaan sudah harus kembali pada jadwal semula, waktu pengerjaan yang tersedia adalah $63 \text{ hari} - 11 \text{ hari} = 52 \text{ hari}$.

5.4.2 Perhitungan Kolom

Pada pekerjaan kolom ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian
 - A. Analisa Bahan

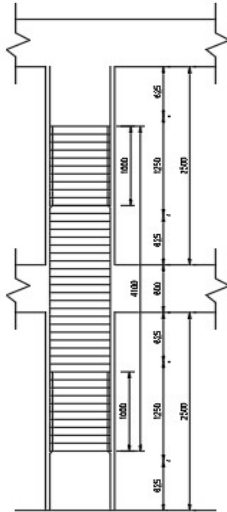
Dalam perhitungan analisa bahan pada kolom ini digunakan contoh pada pembesian kolom K-1, dengan detail penulangan sebagai berikut:



Gambar 5. 18: (a) Detail Tulangan Tumpuan Kolom K-1, (b) Detail Tulangan Lapangan Kolom

- Data detail kolom K-1
 - Dimensi = 0,6 x 0,8 m
 - Tulangan = 32 D25 (tumpuan dan lapangan)
 - Begel = D13-100 (tumpuan)
D13-150 (lapangan)
 - Decking = 0,04 m

- Perhitungan tulangan utama
 - Panjang tulangan utama dan jumlah sengkang diperoleh dari gambar standard drawing sebagai berikut:



Gambar 5. 19: Detail Potongan Kolom

- Dari gambar tersebut diperoleh panjang tulangan utama adalah 4,1 m.

Maka total panjang tulangan $4,1 \text{ m} \times 32 = 131,2 \text{ m}$
 1 lonjor tulangan = 12 m.

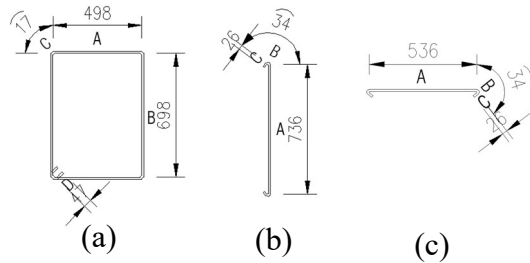
- kebutuhan tulangan D25 adalah

$$\frac{131,2 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 10,93 \text{ lonjor} \sim 11 \text{ lonjor}$$

- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat pada tabel 2.1 diketahui bahwa tulangan D25 memiliki berat 3,85 Kg/m, maka
 $131,2 \text{ m} \times 3,85 \text{ Kg/m} = 505,12 \text{ Kg}$

➤ Hitungan tulangan sengkang

Dalam perhitungan ukuran sengkang menggunakan gambar bestat yang diambil dari gambar *shop drawing* detail tulangan kolom.



Gambar 5. 20: Bestat untuk Sengkang

Maka, dari gambar bestat yang sudah dibuat, diketahui

$$\begin{aligned}
 \text{- Panjang tulangan (a)} &= (500 \text{ mm} \times 2) + (700 \text{ mm} \times 2) \\
 &\quad + (20 \text{ mm} \times 5) + (50 \text{ mm} \times 2) \\
 &= 2600 \text{ mm} \\
 &= 2,6 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Panjang tulangan (b)} &= (750 \text{ mm}) + (35 \text{ mm} \times 2) + (30 \\
 &\quad \text{mm} \times 2) \\
 &= 880 \text{ mm} \\
 &= 0,88 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{- Panjang tulangan (c)} &= 550 \text{ mm} + (35 \text{ mm} \times 2) + (30 \\
 &\quad \text{mm} \times 2) \\
 &= 680 \text{ mm} \\
 &= 0,68 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Jumlah kebutuhan tulangan sengkang diperoleh dari gambar *detail drawing*, untuk kolom K-1 adalah

Tulangan tumpuan: Sengkang (a) = 18 buah

Sengkang (b) = 36 buah

Sengkang (c) = 72 buah

Tulangan lapangan: Sengkang (a) = 16 buah

Total panjang tulangan sengkang tumpuan:

$$(2,6 \text{ m} \times 18) + (0,88 \text{ m} \times 36) + (0,68 \text{ m} \times 72) = 127,44 \text{ m}$$

Total panjang tulangan sengkang lapangan:

$$2.6 \text{ m} \times 16 = 41,6 \text{ m}$$

Total kebutuhan tulangan D13 untuk kolom K-1 adalah $127,44 \text{ m} + 41,6 \text{ m} = 169,04 \text{ m}$

- Kebutuhan tulangan D13 adalah

$$\frac{169.04 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 14,08 \text{ lonjor} \sim 15 \text{ lonjor}$$

- Berat tulangan sengkang dihitung dengan koefisien berat pada tabel 2.1 diketahui bahwa tulangan D13 memiliki berat $1,04 \text{ Kg/m}$, maka

$$169.04 \text{ m} \times 1.04 \text{ Kg/m} = 175,802 \text{ Kg}$$

Maka kebutuhan tulangan kolom adalah:

$$D25 = 505,12 \text{ Kg}$$

$$D13 = 175,802 \text{ Kg}$$

Tabel 5. 3: Rekap Kebutuhan Tulangan tiap Lantai

Lantai	Diameter	Kebutuhan per lonjor	Berat (Kg)
7	13	855	10670.4
	22	24	858.24
	25	930	42966
8	13	855	10670.4
	22	24	858.24
	25	930	42966

Lantai	Diameter	Kebutuhan per lonjor	Berat (Kg)
9	13	828	10333.44
	22	24	858.24
	25	782	36128.4
10	13	828	10333.44
	22	24	858.24
	25	782	36128.4
11	13	806	10058.88
	22	24	858.24
	25	644	29752.8
12	13	806	10058.88
	22	24	858.24
	25	644	29752.8
13	13	806	10058.88
	22	24	858.24
	25	644	29752.8
14	13	782	9759.36
	22	24	858.24
	25	476	21991.2

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan serta pemasangan tulangan, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan pembesian zona 1 lantai 7.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

➤ Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam oleh satu orang pekerja dalam durasi normal, apabila dilakukan lembur dalam 3 jam maka produktivitas menurun setiap jam sebanyak 10%.

Contoh perhitungan diambil dari pembesian kolom lantai 7 zona 1 dengan data sebagai berikut:

D13 = 1826 buah potongan

D22 = 24 buah potongan

D25 = 376 buah potongan

Durasi pemotongan:

$$D13 = \frac{1826}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 3,51 \text{ hari}$$

$$D22 = \frac{24}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,05 \text{ hari}$$

$$D25 = \frac{376}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,72 \text{ hari}$$

Total durasi pemotongan = 4,28 hari

➤ Pembengkokan

Untuk perhitungan pembengkokan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi pembengkokan tiap 100 buah bengkokan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam pada jam lembur, adalah

D13 = 1,15 jam

$$D22 = 1,5 \text{ jam}$$

$$D25 = 1,85 \text{ jam}$$

Sedangkan data bengkokan tiap diameter adalah sebagai berikut

$$D13 = 1326 \text{ bengkokan}$$

$$D22 = 0 \text{ bengkokan}$$

$$D25 = 0 \text{ bengkokan}$$

Durasi Pembengkokan

$$D13 =$$

$$\frac{1326}{\left(\frac{8}{1,15} \times 10\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times 9\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 1,47 \text{ hari}$$

$$D22 = 0 \text{ hari}$$

$$D25 = 0 \text{ hari}$$

Total durasi pembengkokan adalah 1,47 hari

➤ Kaitan

Untuk perhitungan kaitan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi kaitan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan 70 buah setelah dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

$$D13 = 1,85 \text{ jam}$$

$$D22 = 2,3 \text{ jam}$$

$$D25 = 3,75 \text{ jam}$$

Sedangkan data kaitan tiap diameter adalah sebagai berikut:

$$D13 = 3652 \text{ kaitan}$$

$$D22 = 0 \text{ kaitan}$$

$$D25 = 0 \text{ kaitan}$$

Durasi kaitan:

D13=

$$\frac{3652}{\left(\frac{8}{1,15} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times 9\%) + (100 \times \%) + (10 \times \%))\right)}$$

= 6,50 hari

D22 = 0 hari

D25 = 0 hari

Total durasi pembengkakan adalah 6,50 hari

➤ Pemasangan

Untuk perhitungan pemasangan digunakan tabel 2.3, dimana diketahui durasi pemasangan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan 70 buah setelah dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

- Panjang kurang dari 3 m

D13 = 4,75 jam

D22 = 5,75 jam

D25 = 6,75 jam

- Panjang 3 - 6 m

D13 = 6 jam

D22 = 7,25 jam

D25 = 8,5 jam

- Panjang 6 - 9 m

D13 = 7 jam

D22 = 8,25 jam

D25 = 10 jam

Sedangkan data untuk jumlah tulangan dengan panjang tersebut adalah sebagai berikut:

- Panjang kurang dari 3 m

D13 = 1826 buah

D22 = 0 buah

- D25 = 0 buah
- Panjang 3 - 6 m
 - D13 = 0 buah
 - D22 = 24 buah
 - D25 = 376 buah
- Panjang 6 - 9 m
 - D13 = 0 buah
 - D22 = 0 buah
 - D25 = 0 buah

Durasi pemasangan:

- Panjang kurang dari 3 m

D13 =

$$\frac{1826}{\left(\frac{8}{4,75} \times 100\right) + \left(\frac{1}{4,75} \times ((100 \times \%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 8,34 \text{ hari}$$

D22 = 0

D25 = 0

- Panjang 3 - 6 m

D13 = 0

D22 =

$$\frac{24}{\left(\frac{8}{7,25} \times 100\right) + \left(\frac{1}{7,25} \times ((100 \times 9 \%) + (100 \times 8 \%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,17 \text{ hari}$$

D25 =

$$\frac{376}{\left(\frac{8}{8,5} \times 100\right) + \left(\frac{1}{7,25} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times \%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 3,07 \text{ hari}$$

- Panjang 6 - 9 m

D13 = 0

D22 = 0

$$D25 = 0$$

Total durasi pemasangan tulangan kolom zona 1 adalah 11,58 hari.

Untuk pekerjaan pembesian memiliki tenaga kerja senagai berikut:

- 2 mandor
- 4 Kepala tukang
- 14 tukang besi untuk fabrikasi, 20 tukang besi untuk pemasangan
- 14 pekerja terampil untuk fabrikasi, 20 pekerja terampil untuk pemasangan.

Pekerjaan yang termasuk fabrikasi adalah pemotongan dan bengkokan serta kait, untuk pekerjaan pemasangan adalah pekerjaan pemasangan.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Pemotongan, $\frac{4,28}{34} = 0,13$ hari
- Bengkokan dan kait, $\frac{7,96}{34} = 0,23$ hari
- Pemasangan, $\frac{11,58}{46} = 0,25$ hari

Total durasi penulangan = 0,61 hari ~ 1 hari untuk 2 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Harga besi berdasarkan Sarana Metal Jayatama, untuk tulangan D13, D22, dan D25 adalah Rp 9.600,00/Kg, dan harga bendrat adalah Rp 12.000,00.

Volume besi kolom lantai 7 adalah sebagai berikut:

$$D13 = 10670,4 \text{ Kg}$$

$$D22 = 858,24 \text{ Kg}$$

$$D25 = 42966 \text{ Kg}$$

$$\text{Bendrat} = 5449,464 \text{ Kg}$$

$$\text{Total biaya besi} = ((10670,4+858,24+42966) \times 9.600) + (5449.464 \times 12.000) = \text{Rp } 588.542.112,00$$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

$$\text{Mandor} = \text{Rp. } 110.000,00$$

$$\text{Kepala tukang} = \text{Rp } 109.200,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp } 108.800,00$$

$$\text{Pekerja terampil} = \text{Rp } 108.400,00$$

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 36 jam (24 jam kerja normal, 7 jam lembur pada hari normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

4 Kepala Tukang = 36 jam (24 jam kerja normal, 7 jam lembur pada hari normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Pekerja Fabrikasi

14 Tukang besi = 15 jam (12 jam kerja normal, 3 jam lembur)

14 Pekerja terampil = 15 jam (12 jam kerja normal, 3 jam lembur)

Pekerja Pemasangan

20 Tukang besi = 21 jam (12 jam kerja normal, 4 jam lembur pada hari normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

20 Pekerja terampil = 21 jam (12 jam kerja normal, 4 jam lembur pada hari normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned} 2 \text{ Mandor} &= (2 \times 24 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 3 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.750) + (2 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) \\ &\quad + (2 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times \\ &\quad 3 \times \text{Rp } 13.750) \\ &= \text{Rp } 1.333.750,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Kepala tukang} &= (4 \times 24 \times \text{Rp } 13.650) + (4 \times 3 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.650) + (4 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\ &\quad + (4 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) + (4 \times 1 \times \\ &\quad 3 \times \text{Rp } 13.650) \\ &= \text{Rp } 2.648.100,00 \end{aligned}$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned} 14 \text{ Tukang besi} &= (14 \times 12 \times \text{Rp } 13.600) + (14 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (14 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.600) \\ &= \text{Rp } 3.332.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 14 \text{ Pek. Terampil} &= (8 \times 13 \times \text{Rp } 13.550) + (8 \times 1 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.550) + (8 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) \\ &= \text{Rp } 3.319.750,00 \end{aligned}$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned}
 20 \text{ Tukang besi} &= (20 \times 12 \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 2 \times \\
 &1.5 \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 2 \times 2 \times \text{Rp} \\
 &13.600) + (20 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) \\
 &+ (20 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.600) \\
 &= \text{Rp } 8.296.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 20 \text{ Pek. Terampil} &= (20 \times 12 \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 2 \times \\
 &1.5 \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 2 \times 2 \times \text{Rp} \\
 &13.550) + (20 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &+ (20 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 8.265.500,00
 \end{aligned}$$

➤ Biaya Alat

Dalam fabrikasi pembesian dibutuhkan *Bar cutter* dan *bar bender*, harga sewa keduanya adalah Rp 7.000.000,00/bulan. Pekerjaan fabrikasi kolom dan *shearwall* menggunakan 2 grup pekerja dengan 4 buah *bar cutter* dan *bar bender*.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi total fabrikasi besi kolom dan *shearwall* adalah 16 hari, karena biaya sewa *bar cutter* dan *bar bender* terhitung per bulan, maka dibulatkan menjadi 1 bulan.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 1 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000,00 \\
 &= \text{Rp } 28.000.000,00
 \end{aligned}$$

Karena digunakan untuk 2 item pekerjaan yaitu kolom dan *Shearwall* maka biaya sewa tiap pekerjaan adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa tiap pekerjaan} &= \frac{\text{Rp } 28.000.000,00}{2} \\
 &= \text{Rp } 14.000.000,00
 \end{aligned}$$

Sewa *Bar Cutter* dan *Bar Bender* dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan kolom dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 14.000.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 1.750.000,00 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pembesian kolom lantai 7 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 615.737.212,00 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan bekisting kolom, digunakan multiplek ukuran 1,22 x 2,44 x 0,012, kayu meranti 6/12 dengan panjang 4 m tiap batang, dan kayu meranti 5/7 dengan panjang 4 m tiap batang, selain itu untuk perancah dibutuhkan pipa support, *kickers*, dan *wingnut* serta *tie rod*.

Apabila dilakukan perhitungan pada kolom K-1 di lantai 7, maka analisa bahannya adalah sebagai berikut

Dimensi K-1 = 0,6 m x 0,8 m

Tinggi kolom = 3,1 m

- Kebutuhan Multiplek

$$\begin{aligned} \text{Luas bekisting kolom} &= (2 \times (0.6 \text{ m} + 0.8 \text{ m})) \times 3.1 \text{ m} \\ &= 8,68 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan multiplek (lembar)} &= \frac{8.68 \text{ m}^2}{1.22 \text{ m} \times 2.44 \text{ m}} \\ &= 3 \text{ lembar} \end{aligned}$$

- Kebutuhan sabuk 5/7

Setiap sisi dipasang 2 batang, maka

- Kebutuhan 5/7 $= \frac{3.1 m}{4 m} \times 2 \times 4$
 $= 8$ batang
- Kebutuhan sabuk 6/12
 1 set meranti 6/12 untuk sabuk terdiri dari 2 batang tiap sisi, dan 1 kolom terdiri dari 5 set sabuk kolom
 Panjang sabuk $= (0,6 m \times 0,8 m) \times 2 \times 2$
 $= 5,6 m$ (tiap set)
 Kebutuhan 6/12 $= \frac{5.6 m}{4 m} \times 5$
 $= 10$ batang
 - Kebutuhan Pipa *Support* dan *Kickers*
 Dalam 1 sisi kolom terdapat 2 pipa *support* dan 2 *kickers*
 Maka dalam 1 kolom terdapat
 Pipa *Support* $= 2$ buah \times 4 sisi
 $= 8$ buah
Kickers $= 2$ buah \times 4 sisi
 $= 8$ buah
 - Kebutuhan paku, mur, baut, dan oli
 Kebutuhan paku, mur dan baut dapat dilihat pada tabel

Tabel 5. 4: Perkiraan Keperluan Paku, Mur, Baut dan Oli untuk Luas Cetakan 10m²

Jenis Cetakan	Kebutuhan	
	Paku, Mur, Baut (Kg)	Oli (liter)
Lantai	2.73 - 4	2 - 3.75
Balok	3.64 -7.27	2 - 3.75
Kolom	2.73 - 5	2 - 3.75
Tangga	3.64 - 6.36	2 - 3.75

Sumber: Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan, Ir Soedrajat, halaman 85

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan paku, mur, baut} &= \frac{8.68 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2.73 \text{ Kg} + 5 \text{ Kg}}{2} \\ &= 3,35 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Oli} &= \frac{8.68 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2 \text{ l} + 3.75 \text{ l}}{2} \\ &= 2,5 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berikut adalah rekapitulasi kebutuhan bekisting untuk setiap dimensi kolom

Tabel 5. 5: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting Kolom

Lantai	Dimensi kolom	Luas Bekisting (m ²)	Multipleks	6/12	5/7
7-14	600 x 800	8.68	3	10	8
	600 x 1000	9.92	4	10	8
	500 x 900	8.68	3	10	8
	500 x 1000	9.3	4	10	8
	400 x 400	4.96	2	5	8

Lantai	Dimensi kolom	<i>Pipa Support</i>	<i>Kickers</i>	Paku mur baut	<i>Wingnut tie rod</i>
7-14	600 x 800	8	8	3.35482	20
	600 x 1000	8	8	3.83408	20
	500 x 900	8	8	3.35482	20
	500 x 1000	8	8	3.59445	20
	400 x 400	8	8	1.91704	20

B. Durasi Pekerjaan

Durasi bekisting dihitung dari total durasi menyetel, memasang, membongkar, dan mereparasi, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan bekisting kolom zona 1 lantai 7.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

Untuk perhitungan durasi bekisting menggunakan tabel 2.4. Contoh perhitungan dilakukan pada zona 1 lantai 7, setelah dilakukan perhitungan luas bekisting, diketahui luas bekisting zona 1 lantai 7 adalah 105,4 m².

➤ Menyetel

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi menyetel bekisting kolom 8 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{105,4}{\left(\frac{8}{8}x10\right)+\left(\frac{1}{8}x((10x90\%)+(10x8\%)+(10x7\%))\right)} \\ &= 8,11 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Memasang

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi memasang bekisting kolom 5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{105,4}{\left(\frac{8}{5}x10\right)+\left(\frac{1}{5}x((10x9\%)+(10x80\%)+(10x70\%))\right)} \\ &= 5,07 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Membongkar dan membersihkan

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi membongkar dan membersihkan bekisting kolom 3,5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{105,4}{\left(\frac{8}{3,5}x10\right)+\left(\frac{1}{3,5}x((10x90\%)+(10x80\%)+(10x70\%))\right)} \\ &= 3,547 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Reparasi

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi reparasi bekisting kolom 3,5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m²

apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \\ &= \frac{105,4}{\left(\frac{8}{3,5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{3,5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 80\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 3,547 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Pengolesan minyak

Berdasarkan buku Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan hal. 86, diketahui durasi pengolesan minyak pada bekisting kolom adalah 0.5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \\ &= \frac{105,4}{\left(\frac{8}{0,5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{0,5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 80\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 0,51 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

Untuk pekerjaan bekisting memiliki tenaga kerja sebagai berikut:

- 2 mandor
- 2 Kepala tukang
- 10 tukang kayu untuk fabrikasi, 20 tukang kayu untuk pemasangan
- 10 pekerja terampil untuk fabrikasi, 20 pekerja terampil untuk pemasangan.

Untuk pekerjaan yang termasuk dalam fabrikasi adalah menyetel dan reparasi. Sedangkan, pekerjaan pemasangan terdiri dari memasang, membongkar dan membersihkan, serta pengolesan minyak.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Menyetel, $\frac{8,11}{24} = 0,338$ hari
- Memasang, $\frac{5,067}{44} = 0,115$ hari
- Membongkar dan membersihkan, $\frac{3,547}{44} = 0,081$ hari
- Reparasi, $\frac{3,547}{24} = 0,148$ hari
- Pengolesan minyak, $\frac{0,507}{44} = 0,012$ hari

Total durasi bekisting = 0,694 hari ~ 1 hari untuk 2 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Untuk perhitungan biaya material menggunakan contoh perhitungan biaya material bekisting kolom lantai 7. Harga material bekisting berdasarkan survey harga adalah sebagai berikut:

- Multiplex = Rp 210.000,00/lembar
- Meranti 6/12 = Rp 80.000,00/batang
- Meranti 5/7 = Rp 39.000,00/batang
- Mur, baut, paku = Rp 19.000,00/Kg
- Minyak oli = Rp 8.500,00/liter

Sedangkan untuk material yang di sewa per bulan, biayanya adalah sebagai berikut:

- Pipa *Support* = Rp 30.000,00/buah/bulan
- *Kickers* = Rp 30.000,00/buah/bulan
- Wingnut dan Tie Rod = Rp 23.000,00/buah/bulan

Dalam penggunaannya, bekisting dapat digunakan lebih dari sekali. Berdasarkan brosur penjualan, ditunjukkan bahwa penggunaannya maksimal adalah 8 kali pakai, dengan tambahan biaya reparasi tiap pemakaiannya.

Maka, dibuatlah metode penggunaan bekisting kolom di setiap lantai dengan menganalisa dimensi kolom tiap zona dan kebutuhan kolom tiap zona. Berikut adalah analisa penggunaan bekisting tiap zona dalam 1 lantai.

Tabel 5. 6: Analisa Penggunaan Bekisting Kolom tiap Lantai

Lantai	Zona	Ukuran	Jumlah	Fabrikasi
7 - 14	1	600 x 800	4	4
		600 x 1000	3	3
		500 x 900	3	3
		400 x 400	3	3
	2	600 x 800	4	4
		600 x 1000	4	4
		500 x 900	3	3
		400 x 400	2	2
	3	500 x 900	1	1
		500 x 1000	6	6
	4	600 x 800	4	0
		600 x 1000	3	0
		500 x 900	2	0
	5	600 x 800	3	0
		600 x 1000	3	0
		500 x 900	2	0
400 x 400		1	0	

Dari analisa tersebut maka ditentukan metode penggunaan bekisting untuk lantai 7 adalah:

Fabrikasi = Zona 1, 2, dan 3

Reparasi = Zona 4 dan 5

Pada zona 4 dan 5 bekisting yang digunakan adalah bekisting zona 1 dan 2 yang telah di reparasi. Biaya reparasi menurut buku Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan adalah 10% dari biaya fabrikasi.

Setelah analisa, didapatkan kebutuhan bekisting untuk lantai 7 sebagai berikut:

- Multiplek zona 1 dan 2 = 80 lembar
- Multiplek zona 3 = 24 lembar
- Meranti 6/12 Zona 1 dan 2 = 234 batang
- Meranti 6/12 Zona 3 = 60 batang
- Meranti 5/7 Zona 1 dan 2 = 208 batang
- Meranti 5/7 Zona 3 = 48 batang
- Mur, baut, paku = 170,137 Kg
- Oli = 126,558 Liter

Total biaya material:

- Fabrikasi = $(107 \times 210.000) + (305 \times 80.000) + (264 \times 39.000) = \text{Rp } 57.166.000,00$
- Reparasi = $(83 \times 210.000 \times 10\%) + (245 \times 80.000 \times 10\%) + (216 \times 39.000 \times 10\%) = \text{Rp } 4.545.400,00$
- Mur, baut, paku, dan oli = $(170,137 \times 19.000) + (126,558 \times 8.500) = \text{Rp } 4.308.346,00$

Maka total biaya material adalah Rp 66.019.747,45

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

- Mandor = Rp 110.000,00
- Kepala tukang = Rp 109.200,00
- Tukang = Rp 108.800,00
- Pekerja terampil = Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 26 jam (17 jam kerja normal, 5 jam lembur pada hari normal, dan 4 jam kerja pada hari sabtu)

2 Kepala Tukang = 26 jam (17 jam kerja normal, 5 jam lembur pada hari normal, dan 4 jam kerja pada hari sabtu)

Pekerja Fabrikasi

10 Tukang besi = 11 jam (6 jam kerja normal, 2 jam lembur pada hari normal, dan 3 jam kerja pada hari sabtu)

10 Pekerja terampil = 11 jam (6 jam kerja normal, 2 jam lembur pada hari normal, dan 3 jam kerja pada hari sabtu)

Pekerja Pemasangan

20 Tukang besi = 15 jam (11 jam kerja normal, 3 jam lembur pada hari normal, dan 1 jam kerja pada hari sabtu)

20 Pekerja terampil = 15 jam (11 jam kerja normal, 3 jam lembur pada hari normal, dan 1 jam kerja pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

2 Mandor = $(2 \times 17 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 2 \times 1.5 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.750)$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 948.750,00 \\
 2 \text{ Kepala tukang} &= (2 \times 17 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 2 \times 1.5 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.650) + (2 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\
 &\quad + (2 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\
 &= \text{Rp } 941.850,00
 \end{aligned}$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned}
 10 \text{ Tukang kayu} &= (10 \times 6 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 650) + (10 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) \\
 &= \text{Rp } 2.108.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 10 \text{ Pek. Terampil} &= (10 \times 6 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 550) + (10 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 2.100.250,00
 \end{aligned}$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned}
 20 \text{ Tukang kayu} &= (20 \times 11 \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 650) + (20 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) \\
 &= \text{Rp } 5.032.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 20 \text{ Pek. Terampil} &= (20 \times 11 \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.550) + (20 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 5.013.500,00
 \end{aligned}$$

➤ Biaya Alat

Dalam penggunaan bekisting kolom, dibutuhkan sewa Pipa *Support*, *Kickers*, *Wingnut*, dan *Tierod*. Sewa scaffolding tersebut dilakukan dalam jangka waktu bulan, sehingga terlebih dahulu hitung durasi penggunaan bekisting tersebut. Jumlah sewa yang dibutuhkan untuk bekisting kolom lantai 7 adalah:

- Pipa *Support* = 256 buah
- *Kickers* = 256 buah

- *Wingnut, Tie Rod* = 640 buah

Kebutuhan diatas dapat digunakan hingga selesainya proyek karena penggunaannya dapat dilakukan berkali-kali.

Setelah di analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui bahwa durasi penggunaan bekisting kolom adalah 49 hari (termasuk durasi pelepasan bekisting), karena sewa dilakukan per bulan, maka durasinya adalah 2 bulan, maka biaya sewa alat untuk *scaffolding* kolom adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= (256 \times 2 \times 30.000) + (256 \times 2 \times 30.000) \\ &+ (640 \times 2 \times 23.000) \\ &= \text{Rp } 60.160.000,00 \end{aligned}$$

Sewa *scaffolding* dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan kolom dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 60.160.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 7.520.000,00 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan bekisting kolom lantai 7 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 89.919.097,45 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran kolom, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-500. Volume pengecoran kolom dihitung dari volume kolom dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut

akan diberikan contoh perhitungan kolom K-1 di lantai 7.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0.6 \text{ m} \times 0.8 \text{ m} \times 3.1 \text{ m} \\ &= 1,488 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan kolom K-1 lantai 7, diketahui

$$\text{Berat D13} = 172,0805 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat D25} = 505,12 \text{ Kg}$$

Maka, volume bersih beton yang diperlukan adalah

$$\begin{aligned}\text{Volume bersih} &= 1,488 \text{ m}^3 - \frac{170.0805 \text{ Kg} + 505,12 \text{ Kg}}{7850 \text{ Kg/m}^3} \\ &= 1,402 \text{ m}^3\end{aligned}$$

B. Durasi Pekerjaan

Dalam pekerjaan pengecoran ini, perhitungan durasi pengecoran kolom dihitung dengan menggunakan durasi *tower crane*. Untuk pekerjaan pengecoran, alat yang digunakan adalah:

- 2 *Tower Crane*
- 2 *Concrete Vibrator*
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Perhitungan produktivitas *tower crane* akan dijelaskan di bagian perhitungan *tower crane*. Berdasarkan hasil analisa tersebut, durasi untuk pengecoran kolom lantai 7 adalah 9,8 Jam.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Material yang digunakan adalah beton *readymix* dengan mutu K-500, dengan harga Rp 800.000,00/m³ (PT. Varia Usaha Beton)

Untuk contoh perhitungan digunakan perhitungan untuk pengecoran kolom lantai 7. Berdasarkan perhitungan volume, diperoleh volume total pengecoran kolom lantai 7 adalah 69,493 m³. Maka, biaya material untuk pengecoran adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= 69,493 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 800.000,00 \\ &= \text{Rp } 55.594.241,70\end{aligned}$$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor	= Rp. 110.000,00
Kepala tukang	= Rp 109.200,00
Tukang	= Rp 108.800,00
Pekerja terampil	= Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$$

Untuk pekerjaan pengecoran, terdapat 2 *tower crane* yang akan digunakan, dengan rincian pekerja sebagai berikut:

1 mandor

1 kepala tukang

10 tukang cor untuk melayani TC 1

10 pekerja terampil untuk melayani TC 1

10 tukang cor untuk melayani TC 2

10 pekerja terampil untuk melayani TC 2

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

1 Mandor = 10 jam (9 jam kerja normal, 1 jam lembur)

1 Kepala Tukang = 10 jam (9 jam kerja normal, 1 jam lembur)

Pekerja TC 1

10 Tukang cor = 9 jam (7,5 jam kerja normal, 1,5 jam lembur)

10 Pekerja terampil = 9 jam (7,5 jam kerja normal, 1,5 jam lembur)

Pekerja TC 2

10 Tukang cor = 10 jam (9 jam kerja normal, 1 jam lembur)

10 Pekerja terampil = 10 jam (9 jam kerja normal, 1 jam lembur)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned} 1 \text{ Mandor} &= (1 \times 9 \times \text{Rp } 13.750) + (1 \times 1 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.750) \\ &= \text{Rp } 178.750,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Kepala tukang} &= (1 \times 9 \times \text{Rp } 13.650) + (1 \times 1 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.650) \\ &= \text{Rp } 177.450,00 \end{aligned}$$

TC 1:

$$\begin{aligned} 10 \text{ Tukang cor} &= (10 \times 7,5 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 1.5 \times \\ &\quad 1.5 \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 1.632.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10 \text{ Pek. Terampil} &= (10 \times 7,5 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 1.5 \times \\ &\quad 1.5 \times \text{Rp } 13.550) \\ &= \text{Rp } 1.626.000,00 \end{aligned}$$

TC 2:

$$\begin{aligned} 10 \text{ Tukang cor} &= (10 \times 9 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= \text{Rp } 1.768.000,00 \\
 10 \text{ Pek. Terampil} &= (10 \times 9 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 1.761.500,00
 \end{aligned}$$

➤ **Biaya Alat**

Pekerjaan pengecoran menggunakan alat sebagai berikut:

- 2 *Tower Crane*
- 4 *Concrete Vibrator* (2 buah untuk melayani TC 1 dan 2 buah untuk melayani TC 2)
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Biaya sewa alat tersebut adalah sebagai berikut:

- *Tower Crane* = Rp 78.000.000,00/bulan
- *Concrete Vibrator* = Rp 288.000,00/hari
- *Compressor* = Rp 7.000.000,00/bulan
- *Bucket* = Rp 4.000.000,00/bulan

Untuk perhitungan biaya sewa *tower crane* akan dijelaskan pada sub-bab perhitungan *tower crane*.

- *Concrete Vibrator*

Biaya sewa *concrete vibrator*, dihitung dalam durasi bulan. Berdasarkan analisa durasi, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 48 \text{ hari} \times \text{Rp } 288.000,00 \\
 &= \text{Rp } 55.296.000,00
 \end{aligned}$$

Vibrator tersebut akan digunakan untuk pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat, dan tangga, maka biaya *vibrator* untuk pekerjaan kolom adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 55.296.000,00}{5} \\
 &= \text{Rp } 11.059.200,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 11.059.200,00}{8} \\ &= \text{Rp } 1.382.400,00 \end{aligned}$$

- *Compressor*

Sama halnya dengan *concrete vibrator*, sewa *compressor* juga dihitung dalam durasi bulan. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 46 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 1 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 14.000.000,00 \end{aligned}$$

Compressor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *compressor* untuk pekerjaan kolom adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 14.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 2.800.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 2.800.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 350.000,00 \end{aligned}$$

- *Bucket Cor*

Sama halnya dengan alat lainnya, sewa *bucket cor* juga dihitung dalam durasi bulan. Karena terdapat 2 *tower crane*, maka dibutuhkan 2 *bucket cor* pula. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 2 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 4.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 16.000.000,00 \end{aligned}$$

Bucket cor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *bucket cor* untuk pekerjaan kolom adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 16.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 3.200.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 3.200.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 400.000,00 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pengecoran kolom lantai 7 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 64.870.341,70 \end{aligned}$$

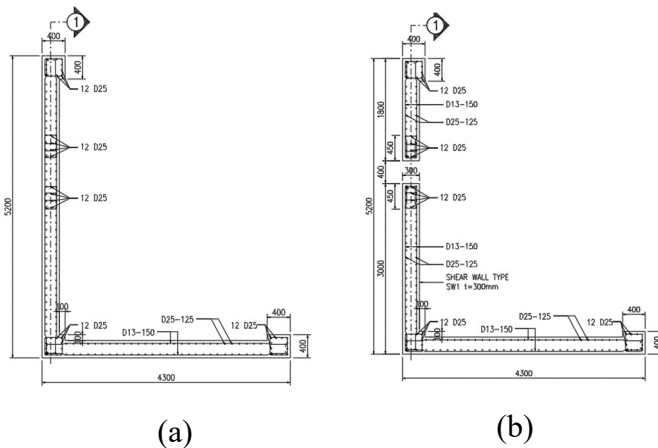
5.4.3 Perhitungan *Shearwall*

Pada pekerjaan *shearwall* ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada *shearwall* ini digunakan contoh pada pembesian *shearwall* tipe 1 di lantai 7, dengan detail penulangan sebagai berikut:

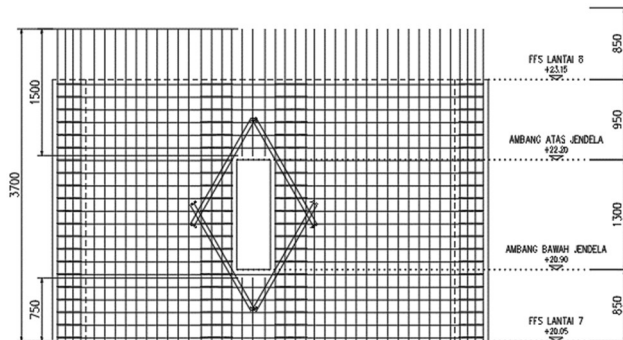


Gambar 5. 22: (a) Detail Penulangan *Shearwall*,
(b) Detail Penulangan *Shearwall* pada *opening*

- Data detail *shearwall* tipe 1
 - Dimensi = 4,2 x 5,3 m
 - Diameter tulangan:
 - Tul. Utama = D25
 - Begel = D13
 - Tul. Ekstra = D16
 - Decking = 0,04 m

- Perhitungan tulangan utama

Panjang tulangan utama dan jumlah sengkang diperoleh dari gambar *standard drawing*, tulangan utama digunakan diameter D25, berikut perhitungan kebutuhan tulangan utama:



Gambar 5. 23: Detail Potongan Shearwall

- Dari gambar tersebut diperoleh panjang tulangan utama adalah 3.7 m.
 - Untuk sisi *shearwal* bagian bawah (horizontal) terdapat tulangan utama 80D25
Maka total panjang tulangan $3.7 \text{ m} \times 80 = 296 \text{ m}$
 - Untuk sisi *shearwall* bagian kiri (vertikal) terdapat tulangan utama 84D25, selain itu pada sisi vertikal

terdapat opening dimana pada bagian atas dan bawahnya terdapat tulangan D25. Berdasarkan gambar detail potongan diketahui panjang tulangan diatas *opening* adalah 1.5 m dengan jumlah 6D25, sedangkan di bawah *opening* adalah 0.75 m dengan jumlah 6D25.

Maka total panjang tulangannya adalah

$$(3.7 \text{ m} \times 84) + (1.5 \text{ m} \times 6) + (0.75 \text{ m} \times 6) = 324,3 \text{ m.}$$

Maka, total kebutuhan tulangan D25 pada *shearwall* tipe 1 adalah 620,3 m.

- kebutuhan tulangan D25

1 lonjor tulangan = 12 m

$$\frac{620,3 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 51,69 \text{ lonjor} \sim 52 \text{ lonjor}$$

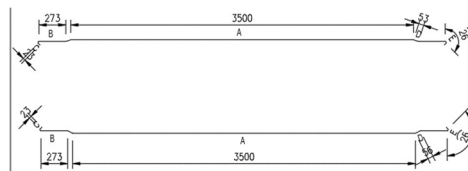
- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat pada tabel 2.1 diketahui bahwa tulangan D25 memiliki berat 3,85 Kg/m, maka
 $620,3 \text{ m} \times 3.85 \text{ Kg/m} = 2388,155 \text{ Kg}$

➤ Hitungan tulangan sengkang

Dalam perhitungan ukuran sengkang menggunakan gambar bestat yang diambil dari gambar *shop drawing* detail tulangan *shearwall*. Tulangan sengkang menggunakan tulangan dengan diameter D13.

Maka, dari gambar bestat yang sudah dibuat, diperoleh

- Sengkang *shearwall* bagian bawah (horizontal)



Gambar 5. 24: Bestat Sengkang Sisi Horizontal

Berdasarkan gambar *shop drawing* didapatkan jumlah sengkang *shearwall* sisi horizontal adalah 21 buah, maka panjang totalnya adalah

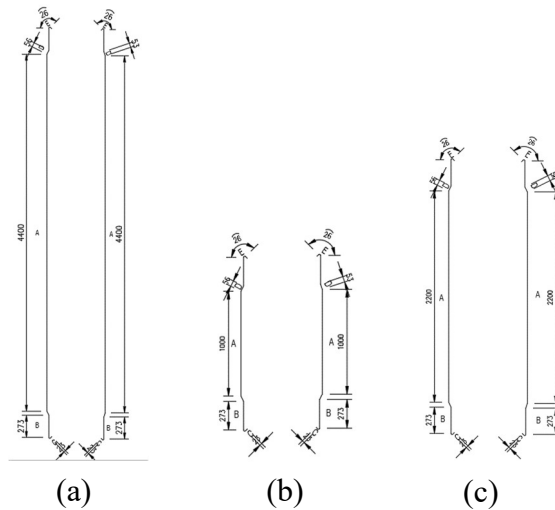
$$= 2 \times (3500 \text{ mm} + (2 \times 275 \text{ mm}) + (2 \times 25 \text{ mm}) + (2 \times 55 \text{ mm}) + (2 \times 20 \text{ mm})) \times 21 \text{ buah}$$

$$= 178,626 \text{ m}$$

$$= 178,626 \text{ mm}$$

- Sengkang *shearwall* bagian kiri (vertikal)

Untuk perhitungan *shearwall* sisi vertikal terdapat 3 ukuran tulangan karena adanya opening di sisi tersebut. Perhitungan panjang tulangan dilakukan dengan membuat bestat tulangan



Gambar 5. 26: (a) Bestat Sengkang *Shearwall* pada Sisi Vertikal, (b) dan (c) Bestat Sengkang pada Samping *Opening*

Berdasarkan *shop drawing*, didapatkan jumlah sengkang vertikal (a) sejumlah 12 buah, sengkang (b) sejumlah 9 buah, dan sengkang (c) sejumlah 9 buah, maka panjang total setiap sengkang adalah sebagai berikut

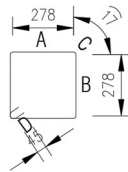
$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan (a)} &= (2 \times (4400 \text{ mm} + (275 \times 2 \text{ mm}) \\ &\quad + (2 \times 25 \text{ mm}) + (2 \times 55 \text{ mm}) \\ &\quad + (2 \times 30 \text{ mm})) \times 12 \\ &= 123,672 \text{ mm} \\ &= 123,672 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan (b)} &= (2 \times (1000 \text{ mm} + (275 \times 2 \text{ mm}) \\ &\quad + (2 \times 25 \text{ mm}) + (2 \times 60 \text{ mm}) \\ &\quad + (2 \times 30 \text{ mm})) \times 9 \\ &= 31,554 \text{ mm} \\ &= 31,554 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan (c)} &= (2 \times (2200 \text{ mm} + (275 \times 2 \text{ mm}) \\ &\quad + (2 \times 25 \text{ mm}) + (2 \times 60 \text{ mm}) \\ &\quad + (2 \times 30 \text{ mm})) \times 9 \\ &= 53,208 \text{ mm} \\ &= 53,208 \text{ m} \end{aligned}$$

- Sengkang *shearwall* bagian *special boundary elements* (kolom *shearwall*)

Pada *shearwall* tipe ini terdapat 3 buah *special boundary elements*, untuk panjang sengkang pada tiap SBE, dihitung dengan menggunakan gambar bestat dibawah ini



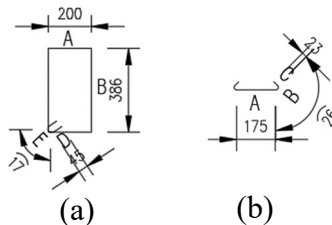
Gambar 5. 27: Bestat Sengkang pada SBE *Shearwall*

Berdasarkan *shop drawing* diketahui terdapat 21 sengkang pada tiap SBE, maka panjang total sengkang pada SBE *shearwall* adalah

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan} &= ((2 \times 280 \text{ mm}) + (2 \times 280 \text{ mm}) + (5 \\ &\quad \times 20 \text{ mm}) + (2 \times 45 \text{ mm})) \times (21 \times \\ &\quad 3) \\ &= 81.081 \text{ mm} \\ &= 81,081 \text{ m} \end{aligned}$$

- Sengkang dan sepihak pada *opening shearwall*

Pada sisi *opening shearwall* terdapat tulangan sengkang dan sepihak dengan tulangan diameter 13. Perhitungan ukuran panjang tulangan untuk sengkang dan sepihak digunakan gambar bestat.



Gambar 5. 29: (a) Bestat Sengkang Opening,
(b) Bestat Sepihak pada Opening

Berdasarkan gambar detail *shearwall*, jumlah tulangan sengkang *opening shearwall* tiap sisi adalah 21 buah, dan sepihak 42 buah tiap sisi. Maka, panjangnya adalah

$$\begin{aligned} \text{Panjang tulangan (a)} &= ((2 \times 200 \text{ mm}) + (2 \times 390 \text{ mm}) \\ &\quad + (5 \times 20 \text{ mm}) + (2 \times 45 \text{ mm})) \times \\ &\quad (21 \times 2) \\ &= 56.574 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 56,574 \text{ m} \\
 \text{Panjang tulangan (b)} &= ((175 \text{ mm}) + (2 \times 30 \text{ mm}) + (2 \\
 &\quad \times 25 \text{ mm})) \times (42 \times 2) \\
 &= 23.940 \text{ mm} \\
 &= 23,94 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan tulangan D13 adalah} \\
 &= 178,626 \text{ m} + 123,672 \text{ m} + 31,554 \text{ m} + 53,208 \text{ m} + \\
 &\quad 81,081 \text{ m} + 56,574 \text{ m} + 23,94 \text{ m} \\
 &= 547,647 \text{ m}
 \end{aligned}$$

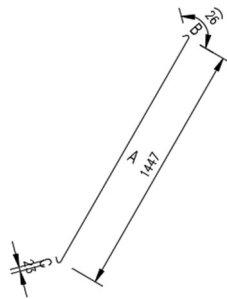
- Kebutuhan tulangan D13 adalah

$$\frac{547,647 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 45,63 \text{ lonjor} \sim 46 \text{ lonjor}$$

- Berat tulangan sengkang dihitung dengan koefisien berat pada tabel 2.1 diketahui bahwa tulangan D13 memiliki berat 1,04 Kg/m, maka
 $547,647 \text{ m} \times 1,04 \text{ Kg/m} = 569,553 \text{ Kg}$

➤ Hitungan tulangan ekstra pada *opening*

Pada *opening shearwall* terdapat tulangan ekstra D16 yang digunakan untuk memperkuat sisi *opening shearwall*. Jumlah tulangan ekstra yang terpasang adalah 16 buah, dengan detail panjang dihitung dengan gambar bestat berikut



Gambar 5. 30: Bestat Tulangan Opening Shearwall

- Panjang tulangan $= ((1450 \text{ mm}) + (2 \times 30 \text{ mm}) + (2 \times 25 \text{ mm})) \times (16)$
 $= 24.720 \text{ mm}$
 $= 23,94 \text{ m}$
- Kebutuhan tulangan D16 adalah
 $\frac{24.72 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 2.06 \text{ lonjor} \sim 3 \text{ lonjor}$
- Berat tulangan sengkang dihitung dengan koefisien berat pada tabel 2.1 diketahui bahwa tulangan D16 memiliki berat 1,58 Kg/m, maka
 $24,72 \text{ m} \times 1,58 \text{ Kg/m} = 39,058 \text{ Kg}$

Maka kebutuhan tulangan *shearwall* adalah:

$$D25 = 2388,155 \text{ Kg}$$

$$D16 = 39,058 \text{ Kg}$$

$$D13 = 569,553 \text{ Kg}$$

Tabel 5. 7: Rekap Kebutuhan Tulangan Tiap Lantai

Lantai	Diameter	Kebutuhan per lonjor	Berat (Kg)
7	13	212	2645.76
	16	12	227.52
	25	217	10025.4
8	13	212	2645.76
	16	12	227.52
	25	217	10025.4
9	13	212	2645.76
	16	12	227.52
	25	217	10025.4

Lantai	Diameter	Kebutuhan per lonjor	Berat (Kg)
10	13	212	2645.76
	16	12	227.52
	25	217	10025.4
11	13	212	2645.76
	16	12	227.52
	25	217	10025.4
12	13	406	5066.88
	16	28	530.88
	25	217	10025.4
13	13	406	5066.88
	16	28	530.88
	25	217	10025.4
14	13	406	5066.88
	16	28	530.88
	25	217	10025.4

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan serta pemasangan tulangan, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan pembesian zona 1 lantai 7.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

➤ Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam oleh satu orang pekerja dalam durasi

normal, apabila dilakukan lembur dalam 3 jam maka produktivitas menurun menjadi 10% setiap jam.

Contoh perhitungan diambil dari pembesian *shearwall* lantai 7 dengan data sebagai berikut:

D13 = 291 buah potongan

D16 = 16 buah potongan

D25 = 176 buah potongan

Durasi pemotongan:

$$D13 = \frac{291}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,56 \text{ hari}$$

$$D16 = \frac{16}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,03 \text{ hari}$$

$$D25 = \frac{176}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,34 \text{ hari}$$

Total durasi pemotongan = 0,93 hari

➤ Pembengkokan

Untuk perhitungan pembengkokan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi pembengkokan tiap 100 buah bengkakan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam setelah dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

D13 = 1,15 jam

D16 = 1,5 jam

D25 = 1,85 jam

Sedangkan data bengkokan tiap diameter adalah sebagai berikut

D13 = 1101 bengkokan

D16 = 0 bengkokan

D25 = 0 bengkokan

Durasi Pembengkokan

D13=

$$\frac{1101}{\left(\frac{8}{1,15} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

= 1,22 hari

D16 = 0 hari

D25 = 0 hari

Total durasi pembengkokan adalah 1,22 hari

➤ Kaitan

Untuk perhitungan kaitan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi kaitan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam setelah dilakukan kerja lembur, adalah

D13 = 1,85 jam

D16 = 2,3 jam

D25 = 3,75 jam

Sedangkan data kaitan tiap diameter adalah sebagai berikut:

D13 = 582 kaitan

D16 = 32 kaitan

D25 = 0 kaitan

Durasi kaitan:

$$D13 = \frac{582}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 1,04 \text{ hari}$$

$$D16 = \frac{32}{\left(\frac{8}{2,3} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2,3} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,07 \text{ hari}$$

$$D25 = 0 \text{ hari}$$

Total durasi pembengkokan adalah 1,11 hari

➤ Pemasangan

Untuk perhitungan pemasangan digunakan tabel 2.3, dimana diketahui durasi pemasangan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan 70 buah setelah dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

- Panjang kurang dari 3 m
 - D13 = 4,75 jam
 - D16 = 5,75 jam
 - D25 = 6,75 jam
- Panjang 3 - 6 m
 - D13 = 6 jam
 - D16 = 7,25 jam
 - D25 = 8,5 jam
- Panjang 6 - 9 m
 - D13 = 7 jam
 - D16 = 8,5 jam
 - D25 = 10 jam

Sedangkan data untuk jumlah tulangan dengan panjang tersebut adalah sebagai berikut:

- Panjang kurang dari 3 m
D13 = 225 buah
D16 = 16 buah
D25 = 12 buah
- Panjang 3 - 6 m
D13 = 66 buah
D16 = 0 buah
D25 = 164 buah
- Panjang 6 - 9 m
D13 = 0 buah
D16 = 0 buah
D25 = 0 buah

Durasi pemasangan:

- Panjang kurang dari 3 m

D13=

$$\frac{225}{\left(\frac{8}{4,75} \times 100\right) + \left(\frac{1}{4,75} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 1,03 \text{ hari}$$

D16=

$$\frac{16}{\left(\frac{8}{5,75} \times 100\right) + \left(\frac{1}{5,75} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,09 \text{ hari}$$

D25=

$$\frac{12}{\left(\frac{8}{6,75} \times 100\right) + \left(\frac{1}{6,75} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,08 \text{ hari}$$

- Panjang 3 - 6 m

D13=

$$\frac{66}{\left(\frac{8}{6} \times 100\right) + \left(\frac{1}{6} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,38 \text{ hari}$$

$$D16 = 0$$

$$D25 =$$

$$\frac{164}{\left(\frac{8}{8,5} \times 100\right) + \left(\frac{1}{8,5} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 1,34 \text{ hari}$$

- Panjang 6 - 9 m

$$D13 = 0$$

$$D22 = 0$$

$$D25 = 0$$

Total durasi pemasangan tulangan kolom zona 1 adalah 2,91 hari.

Untuk pekerjaan pembesian memiliki tenaga kerja senagai berikut:

- 2 mandor
- 4 Kepala tukang
- 14 tukang besi untuk fabrikasi, 20 tukang besi untuk pemasangan
- 14 pekerja terampil untuk fabrikasi, 20 pekerja terampil untuk pemasangan.

Pekerjaan yang termasuk fabrikasi adalah pemotongan dan bengkokan serta kait, untuk pekerjaan pemasangan adalah pekerjaan pemasangan.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Pemotongan, $\frac{0,93}{34} = 0,03$ hari
- Bengkokan dan kait, $\frac{2,32}{34} = 0,07$ hari
- Pemasangan, $\frac{2,92}{46} = 0,06$ hari

Total durasi penulangan = 0,16 hari ~ 1 hari untuk 2 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Harga besi berdasarkan Sarana Metal Jayatama, untuk tulangan D13, D16, dan D25 adalah Rp 9.600,00/Kg, dan harga bendrat adalah Rp 12.000,00.

Volume besi *shearwall* lantai 7 adalah sebagai berikut:

D13 = 2645,76 Kg

D16 = 227,52 Kg

D25 = 10025,4 Kg

Bendrat = 1289,87 Kg

Total biaya besi = $((2645,76+227,52+10025,4) \times 9.600) + (1289,87 \times 12.000) = \text{Rp } 139.305.744,00$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor = Rp 110.000,00

Kepala tukang = Rp 109.200,00

Tukang = Rp 108.800,00

Pekerja terampil = Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 12 jam (9 jam kerja normal, 3 jam lembur)

4 Kepala Tukang = 12 jam (9 jam kerja normal, 3 jam lembur)

Pekerja Fabrikasi

14 Tukang besi= 4 jam (2 jam kerja normal, 2 jam lembur)

14 Pekerja terampil= 4 jam (2 jam kerja normal, 2 jam lembur)

Pekerja Pemasangan

20 Tukang besi (pemasangan) = 8 jam (7 jam kerja normal, 1 jam lembur)

20 Pekerja terampil (pemasangan) = 8 jam (7 jam kerja normal, 1 jam lembur)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned} 2 \text{ Mandor} &= (2 \times 9 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.750) + (1 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) \\ &= \text{Rp } 398.750,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Kepala tukang} &= (4 \times 9 \times \text{Rp } 13.650) + (4 \times 1 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.650) + (4 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\ &= \text{Rp } 791.700,00 \end{aligned}$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned} 14 \text{ Tukang besi} &= (14 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) + (14 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (14 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.600) \\ &= \text{Rp } 1.047.200,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 14 \text{ Pek. Terampil} &= (14 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) + (14 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (14 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.550) \\ &= \text{Rp } 1.043.350,00 \end{aligned}$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned} 20 \text{ Tukang besi} &= (20 \times 7 \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 2.312.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20 \text{ Pek. Terampil} &= (20 \times 7 \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550) \\ &= \text{Rp } 2.303.500,00 \end{aligned}$$

➤ **Biaya Alat**

Dalam fabrikasi pembesian dibutuhkan *Bar cutter* dan *bar bender*, harga sewa keduanya adalah Rp 7.000.000,00/bulan. Pekerjaan fabrikasi kolom dan *shearwall* menggunakan 2 grup pekerja dengan 4 buah *bar cutter* dan *bar bender*.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi total fabrikasi besi kolom dan *shearwall* adalah 16 hari, karena biaya sewa *bar cutter* dan *bar bender* terhitung per bulan, maka dibulatkan menjadi 1 bulan.

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 1 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000 \\ &= \text{Rp } 28.000.000,00 \end{aligned}$$

Karena digunakan untuk 2 item pekerjaan yaitu kolom dan *Shearwall* maka biaya sewa tiap pekerjaan adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap pekerjaan} &= \frac{\text{Rp } 28.000.000,00}{2} \\ &= \text{Rp } 14.000.000,00 \end{aligned}$$

Sewa *Bar Cutter* dan *Bar Bender* dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan *shearwall* dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 14.000.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 1.750.000,00 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pembesian *shearwall* lantai 7 adalah

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 148.952.244,00\end{aligned}$$

2. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan bekisting *shearwall*, digunakan multiplek ukuran 1,22 x 2,44 x 0.012, kayu meranti 6/12 dengan panjang 4 m tiap batang, dan kayu meranti 5/7 dengan panjang 4 m tiap batang, selain itu untuk perancah dibutuhkan pipa support, *kickers*, dan *wingnut* serta *tie rod*.

Apabila dilakukan perhitungan pada *shearwall* tipe 1 di lantai 7, maka analisa bahannya adalah sebagai berikut

$$\text{Dimensi tipe 1} = 4.2 \text{ m} \times 5.3 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi SBE} = 0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi } shearwall = 3.1 \text{ m}$$

- Kebutuhan Multiplek

$$\begin{aligned}\text{Luas bekisting } shearwall &= (2 \times (4.2 \text{ m} + 5.3 \text{ m} + 0.4 \text{ m})) \\ &\quad \times 3.1 \text{ m} \\ &= 60,14 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan multiplek (lembar)} &= \frac{60,14 \text{ m}^2}{1,22 \text{ m} \times 2,44 \text{ m}} \\ &= 21 \text{ lembar}\end{aligned}$$

- Kebutuhan sabuk 5/7

Kayu 5/7 dipasang vertikal pada tiap sisi dengan jarak 400 mm

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan 5/7} &= \left(\frac{4300 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} \times 2 \right) + \\ &\quad \left(\frac{5200 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} \times 2 \right) + \left(\left(\frac{400 \text{ mm}}{400 \text{ mm}} + 1 \right) \times 4 \right)\end{aligned}$$

$$= 56 \text{ batang}$$

- Kebutuhan sabuk 6/12

1 set meranti 6/12 untuk sabuk terdiri dari 2 batang tiap sisi, dan 1 *shearwall* terdiri dari 5 set sabuk *shearwall*

Kebutuhan 6/12

$$\begin{aligned} \text{Di sisi vertikal} &= \frac{4300 \text{ mm}}{4000 \text{ mm}} \\ &= 1,075 \sim 2 \text{ batang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Di sisi horizontal} &= \frac{5200 \text{ mm}}{4000 \text{ mm}} \\ &= 1,3 \sim 2 \text{ batang} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan} &= ((2 \times 2) + (2 \times 2) + (1 \times 2)) \times 5 \\ &= 90 \text{ batang} \end{aligned}$$

- Kebutuhan Pipa *Support* dan *Kickers*

Dalam 1 sisi *shearwall* dipasang 4 pipa *support* dan 4 *kickers*, maka dalam 1 *shearwall* terdapat

$$\begin{aligned} \text{Pipa Support} &= 4 \text{ buah} \times 4 \text{ sisi} \\ &= 16 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kickers} &= 4 \text{ buah} \times 4 \text{ sisi} \\ &= 16 \text{ buah} \end{aligned}$$

- Kebutuhan paku, mur, baut, dan oli

Kebutuhan paku, mur dan baut dapat dilihat pada tabel 5.4. Berdasarkan tabel tersebut, dilakukan analisa sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan paku, mur, baut} &= \frac{60,14 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2.73 \text{ Kg} + 5 \text{ Kg}}{2} \\ &= 23,24 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Oli} &= \frac{60,14 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2 \text{ l} + 3.75 \text{ l}}{2} \\ &= 17,29 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berikut adalah rekapitulasi kebutuhan bekisting untuk setiap dimensi *shearwall*

Tabel 5. 8: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting *Shearwall* Berdasarkan Luas Bekisting

Lantai	Luas Bekisting (m ²)	Multipleks	6/12	5/7
7-14	60.14	21	90	56
	61.07	21	90	56
	75.64	26	90	67

Lantai	Luas Bekisting (m ²)	<i>Pipa Support</i>	<i>Kickers</i>	<i>Wingnut dan Tie Rod</i>
7-14	60.14	16	16	60
	61.07	16	16	60
	75.64	18	18	100

B. Durasi Pekerjaan

Durasi bekisting dihitung dari total durasi menyetel, memasang, membongkar, dan mereparasi, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan bekisting *shearwall* zona 1 lantai 7.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

Untuk perhitungan durasi bekisting menggunakan tabel 2.4. Contoh perhitungan dilakukan pada zona 1 lantai 7, setelah dilakukan perhitungan luas bekisting, diketahui luas bekisting zona 1 lantai 7 adalah 135,78 m².

➤ Menyetel

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi menyetel bekisting *shearwall* adalah 8 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{135,78}{\left(\frac{8}{8} \times 10\right) + \left(\frac{1}{8} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 80\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 10,44 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Memasang

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi memasang bekisting *shearwall* adalah 5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{135,78}{\left(\frac{8}{5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 80\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 6,53 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Membongkar dan membersihkan

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi membongkar dan membersihkan bekisting *shearwall* 3,5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{135,78}{\left(\frac{8}{3,5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{3,5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 80\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 4,57 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Reparasi

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi reparasi bekisting *shearwall* 3,5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{135,78}{\left(\frac{8}{3,5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{3,5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 8\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 4,57 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Pengolesan minyak

Berdasarkan buku Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan hal. 86, diketahui durasi pengolesan minyak pada bekisting *shearwall* adalah 0,5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{135,78}{\left(\frac{8}{0,5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{0,5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 8\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 0,65 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

Untuk pekerjaan bekisting memiliki tenaga kerja sebagai berikut:

- 2 mandor
- 2 Kepala tukang
- 10 tukang kayu untuk fabrikasi, 20 tukang kayu untuk pemasangan
- 10 pekerja terampil untuk fabrikasi, 20 pekerja terampil untuk pemasangan.

Untuk pekerjaan yang termasuk dalam fabrikasi adalah menyetel dan reparasi. Sedangkan, pekerjaan pemasangan terdiri dari memasang, membongkar dan membersihkan, serta pengolesan minyak.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Menyetel, $\frac{10,445}{24} = 0,435$ hari
- Memasang, $\frac{6,528}{44} = 0,148$ hari

- Membongkar dan membersihkan, $\frac{4,570}{44} = 0.104$ hari
 - Reparasi, $\frac{4,57}{24} = 0.190$ hari
 - Pengolesan minyak, $\frac{0,653}{44} = 0,015$ hari
- Total durasi bekisting = 0,892 hari ~ 1 hari untuk 2 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Untuk perhitungan biaya material menggunakan contoh perhitungan biaya material bekisting *shearwall* lantai 7. Harga material bekisting berdasarkan survey harga adalah sebagai berikut:

- Multiplek = Rp 210.000,00/lembar
- Meranti 6/12 = Rp 80.000,00/batang
- Meranti 5/7 = Rp 39.000,00/batang
- Mur, baut, paku = Rp 19.000,00/Kg
- Minyak oli = Rp 8.500,00/liter

Sedangkan untuk material yang di sewa per bulan, biayanya adalah sebagai berikut:

- Pipa *Support* = Rp 30.000,00/buah/bulan
- *Kickers* = Rp 30.000,00/buah/bulan
- Wingnut dan Tie Rod = Rp 23.000,00/buah/bulan

Dalam penggunaannya, bekisting dapat digunakan lebih dari sekali. Berdasarkan brosur penjualan, ditunjukkan bahwa penggunaannya maksimal adalah 8 kali pakai, dengan tambahan biaya reparasi tiap pemakaiannya.

Maka, dibuatlah metode penggunaan bekisting *shearwall* di setiap lantai dengan menganalisa dimensi kolom tiap zona dan kebutuhan kolom tiap zona. Berikut

adalah analisa penggunaan bekisting tiap zona dalam 1 lantai.

Tabel 5. 9: Analisa Penggunaan Bekisting Shearwall tiap Lantai

Lantai	Zona	Tipe	Luas (m ²)	Jumlah	Fabrikasi
7-14	1	SW 1	60.14	1	1
		SW 5	75.64	1	1
	2	SW 3	61.07	1	1
	4	SW 4	61.07	1	0
	5	SW 2	60.14	1	0
		SW 5	75.64	1	0

Dari analisa tersebut maka ditentukan metode penggunaan bekisting untuk lantai 7 adalah:

Fabrikasi = Zona 1 dan 2

Reparasi = Zona 4 dan 5

Pada zona 4 dan 5 bekisting yang digunakan adalah bekisting zona 1 dan 2 yang telah di reparasi.

Biaya reparasi menurut buku Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan adalah 10% dari biaya fabrikasi.

Setelah analisa, didapatkan kebutuhan bekisting untuk lantai 7 sebagai berikut:

- Multiplek zona 1 dan 2 = 68 lembar
- Meranti 6/12 Zona 1 dan 2 = 270 batang
- Meranti 5/7 Zona 1 dan 2 = 179 batang
- Mur, baut, paku = 152,17 Kg
- Oli = 113,7 Liter

Total biaya material:

- Fabrikasi = $(68 \times 210.000) + (270 \times 80.000) + (179 \times 39.000) = \text{Rp } 42.861.000,00$
- Reparasi = $(68 \times 210.000 \times 10\%) + (270 \times 80.000 \times 10\%) + (179 \times 39.000 \times 10\%) = \text{Rp } 4.286.100,00$
- Mur, baut, paku, dan oli = $(152,17 \times 19.000) + (113,7 \times 8.500) = \text{Rp } 3.857.549,83$

Maka total biaya material adalah Rp 51.004.649,83

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor	= Rp. 110.000,00
Kepala tukang	= Rp 109.200,00
Tukang	= Rp 108.800,00
Pekerja terampil	= Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 27 jam (14 jam kerja normal, 5 jam lembur pada hari normal, 7 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

2 Kepala Tukang = 27 jam (14 jam kerja normal, 5 jam lembur pada hari normal, 7 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Pekerja Fabrikasi

10 Tukang kayu = 13 jam (7 jam kerja normal, 1 jam lembur pada hari normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

10 Pekerja terampil = 13 jam (7 jam kerja normal, 1 jam lembur pada hari normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Pekerja Pemasangan

20 Tukang kayu = 14 jam (7 jam kerja normal, 4 jam lembur pada hari normal, dan 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

20 Pekerja terampil = 14 jam (7 jam kerja normal, 4 jam lembur pada hari normal, dan 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned}
 2 \text{ Mandor} &= (2 \times 14 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 3 \times 1.5 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.750) + (2 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) \\
 &\quad + (2 \times 7 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times \\
 &\quad 3 \times \text{Rp } 13.750) \\
 &= \text{Rp } 1.113.750,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2 \text{ Kepala tukang} &= (2 \times 14 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 3 \times 1.5 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.650) + (2 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\
 &\quad + (2 \times 7 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times \\
 &\quad 3 \times \text{Rp } 13.650) \\
 &= \text{Rp } 1.105.650,00
 \end{aligned}$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned}
 10 \text{ Tukang kayu} &= (10 \times 7 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 600) + (10 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.600) \\
 &= \text{Rp } 2.652.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 10 \text{ Pek. Terampil} &= (10 \times 7 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 550) + (10 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 2.642.250,00
 \end{aligned}$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned}
 20 \text{ Tukang kayu} &= (20 \times 7 \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 600) + (20 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) \\
 &= \text{Rp } 5.576.000,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 20 \text{ Pek. Terampil} &= (20 \times 7 \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 550) + (20 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 5.555.500,00
 \end{aligned}$$

➤ Biaya Alat

Dalam penggunaan bekisting kolom, dibutuhkan sewa Pipa *Support*, *Kickers*, *Wingnut*, dan *Tierod*. Sewa scaffolding tersebut dilakukan dalam jangka waktu bulan, sehingga terlebih dahulu hitung durasi penggunaan bekisting tersebut. Jumlah sewa yang dibutuhkan untuk bekisting kolom lantai 7 adalah:

- Pipa *Support* = 50 buah
- *Kickers* = 50 buah
- *Wingnut*, *Tie Rod* = 220 buah

Kebutuhan diatas dapat digunakan hingga selesainya proyek karena penggunaannya dapat dilakukan berkali-kali.

Setelah di analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui bahwa durasi penggunaan bekisting *shearwall* adalah 48 hari atau karena sewa dilakukan per bulan, maka durasinya adalah 2 bulan, maka biaya sewa alat untuk *scaffolding* kolom adalah:

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= (50 \times 2 \times 30.000) + (50 \times 2 \times 30.000) + \\ &\quad (220 \times 2 \times 23.000) \\ &= \text{Rp } 16.120.000,00\end{aligned}$$

Sewa *scaffolding* dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan *shearwall* dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 16.120.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 2.015.000,00\end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan bekisting *shearwall* lantai 7 adalah

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 71.664.799,83\end{aligned}$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran *shearwall*, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-500. Volume pengecoran *shearwall* dihitung dari volume *shearwall* dikurangi volume pembesian yang terpasang. Berikut akan diberikan contoh perhitungan *shearwall* tipe 1 di lantai 7. Berikut adalah perhitungan volume *shearwall*

$$\begin{aligned}\text{Sisi horizontal} &= (4.3 \text{ m} - 0.4 \text{ m} - 0.4 \text{ m}) \times 0.3 \text{ m} \\ &\quad \times 3.1 \text{ m} \\ &= 3,255 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Sisi vertikal} &= (5.2 \text{ m} - 0.4 \text{ m} - 0.4 \text{ m}) \times 0.3 \text{ m} \\ &\quad \times 3.1 \text{ m} \\ &= 4,092 \text{ m}^3\end{aligned}$$

$$\text{SBE} = 3 \times (0.4 \text{ m} \times 0.4 \text{ m}) \times 3.1 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
 &= 1,488 \text{ m}^3 \\
 \text{Volume Opening} &= 0.4 \text{ m} \times 0.3 \text{ m} \times 1.3 \text{ m} \\
 &= 0,156 \text{ m}^3 \\
 \text{Total Volume} &= \text{Sisi vertikal} + \text{sisi horizontal} + \\
 &\quad \text{SBE} - \text{volume opening} \\
 &= (3.15 + 3.96 + 1.488) - 0.156 \\
 &= 8,679 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan berat tulangan *shearwall* tipe 1, lantai 7, diketahui

$$\text{Berat D13} = 569,553 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat D16} = 39,058 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat D25} = 2.388,155 \text{ Kg}$$

Maka, volume bersih beton yang diperlukan adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Volume bersih} &= 8,679 \text{ m}^3 - \\
 &\quad \frac{569,553 \text{ Kg} + 39,058 \text{ Kg} + 2.388,155 \text{ Kg}}{7850 \text{ Kg/m}^3} \\
 &= 8,297 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

B. Durasi Pekerjaan

Dalam pekerjaan pengecoran ini, perhitungan durasi pengecoran kolom dihitung dengan menggunakan durasi *tower crane*. Untuk pekerjaan pengecoran, alat yang digunakan adalah:

- 2 *Tower Crane*
- 2 *Concrete Vibrator*
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Perhitungan produktivitas *tower crane* akan dijelaskan di bagian perhitungan *tower crane*. Berdasarkan hasil analisa tersebut, durasi untuk pengecoran *shearwall* lantai 7 adalah 10,747 Jam.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Material yang digunakan adalah beton *readymix* dengan mutu K-500, dengan harga Rp 800.000,00/m³ (PT. Varia Usaha Beton)

Untuk contoh perhitungan digunakan perhitungan untuk pengecoran *shearwall* lantai 7. Berdasarkan perhitungan volume, diperoleh volume total pengecoran *shearwall* lantai 7 adalah 56,875 m³. Maka, biaya material untuk pengecoran adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= 56,875 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 800.000,00 \\ &= \text{Rp } 45.500.000,00\end{aligned}$$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor	= Rp. 110.000,00
Kepala tukang	= Rp 109.200,00
Tukang	= Rp 108.800,00
Pekerja terampil	= Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$$(8 \text{ x upah per jam}) + (1 \text{ x } 1.5 \text{ x upah per jam}) + (2 \text{ x } 2 \text{ x upah per jam})$$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$$(8 \text{ x } 2 \text{ x upah per jam}) + (1 \text{ x } 3 \text{ x upah per jam}) + (2 \text{ x } 4 \text{ x upah per jam})$$

Untuk pekerjaan pengecoran, terdapat 2 *tower crane* yang akan digunakan, dengan rincian pekerja sebagai berikut:

1 mandor

1 kepala tukang
 10 tukang cor untuk melayani TC 1
 10 pekerja terampil untuk melayani TC 1
 10 tukang cor untuk melayani TC 2
 10 pekerja terampil untuk melayani TC 2

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

1 Mandor = 11 jam (11 jam kerja normal)
 1 Kepala Tukang = 11 jam (11 jam kerja normal)
 Pekerja TC 1
 10 Tukang cor = 11 jam (11 jam kerja normal)
 10 Pekerja terampil = 11 jam (11 jam kerja normal)
 Pekerja TC 2
 10 Tukang cor = 11 jam (11 jam kerja normal)
 10 Pekerja terampil = 11 jam (11 jam kerja normal)

Maka, upah pekerja adalah

1 Mandor = $(1 \times 11 \times \text{Rp } 13.750)$
 = Rp 151.250,00
 1 Kepala tukang = $(1 \times 11 \times \text{Rp } 13.650)$
 = Rp 150.150,00

TC 1:

10 Tukang cor = $(10 \times 11 \times \text{Rp } 13.600)$
 = Rp 1.496.000,00
 10 Pek. Terampil = $(10 \times 11 \times \text{Rp } 13.550)$
 = Rp 1.490.000,00

TC 2:

10 Tukang cor = $(10 \times 11 \times \text{Rp } 13.600)$
 = Rp 1.496.000,00
 10 Pek. Terampil = $(10 \times 11 \times \text{Rp } 13.550)$
 = Rp 1.490.000,00

➤ Biaya Alat

Pekerjaan pengecoran menggunakan alat sebagai berikut:

- 2 *Tower Crane*
- 4 *Concrete Vibrator* (2 buah untuk melayani TC 1 dan 2 buah untuk melayani TC 2)
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Biaya sewa alat tersebut adalah sebagai berikut:

- *Tower Crane* = Rp 78.000.000,00/bulan
- *Concrete Vibrator* = Rp 288.000/hari
- *Compressor* = Rp 7.000.000,00/bulan
- *Bucket* = Rp 4.000.000,00/bulan

Perhitungan biaya sewa *tower crane* akan dijelaskan pada sub-bab perhitungan *tower crane*.

- *Concrete Vibrator*

Biaya sewa *concrete vibrator*, dihitung dalam durasi hari. Berdasarkan analisa durasi, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari, maka biaya sewanya adalah

$$\text{Biaya sewa} = 4 \text{ buah} \times 48 \text{ hari} \times \text{Rp } 288.000,00$$

$$= \text{Rp } 55.296.000,00$$

Vibrator tersebut akan digunakan untuk pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat, dan tangga, maka biaya *vibrator* untuk pekerjaan kolom adalah

$$\text{Biaya sewa} = \frac{\text{Rp } 55.296.000,00}{5}$$

$$= \text{Rp } 11.059.200,00$$

$$\text{Biaya sewa per lantai} = \frac{\text{Rp } 11.059.200,00}{8}$$

$$= \text{Rp } 1.382.400,00$$

- *Compressor*

Sama halnya dengan *concrete vibrator*, sewa *compressor* juga dihitung dalam durasi bulan. Dari hasil

analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 46 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= 1 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 14.000.000,00\end{aligned}$$

Compressor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *compressor* untuk pekerjaan *shearwall* adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 14.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 2.800.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 2.800.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 350.000,00\end{aligned}$$

- *Bucket Cor*

Sama halnya dengan alat lainnya, sewa *bucket cor* juga dihitung dalam durasi bulan. Karena terdapat 2 *tower crane*, maka dibutuhkan 2 *bucket cor* pula. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= 2 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 4.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 16.000.000,00\end{aligned}$$

Bucket cor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *bucket cor* untuk pekerjaan *shearwall* adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 16.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 3.200.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 3.200.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 400.000,00\end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pengecoran *shearwall* lantai 7 adalah

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 53.906.439,64\end{aligned}$$

5.4.4 Perhitungan Balok

Pada pekerjaan balok ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan bekisting balok, digunakan multiplek ukuran 1,22 x 2,44 x 0.012, kayu meranti 6/12 dengan panjang 4 m tiap batang, dan kayu meranti 5/7 dengan panjang 4 m tiap batang, selain itu untuk perancah dibutuhkan *main frame*, *ladder frame*, *cross brace*, *joint pin*, *jack base*, dan *U-head*.

Apabila dilakukan perhitungan pada balok tipe B1.D pada as J-3S hingga J-5S lantai 8, maka analisa bahannya adalah sebagai berikut

$$\text{Dimensi B1.D} = 0,4 \text{ m} \times 0,6 \text{ m}$$

$$\text{Panjang bersih} = 7,05 \text{ m}$$

- Kebutuhan Multiplek

$$\begin{aligned}\text{Tinggi bekisting} &= \text{h balok} - \text{tebal plat} \\ &= 0,6 \text{ m} - 0,13 \text{ m} \\ &= 0,47 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Luas bekisting balok} &= (0,4 \times 7,05) + ((0,47 \times 7,05) \times 2) \\ &= 9,514 \text{ m}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan multiplek (lembar)} &= \frac{9,514 \text{ m}^2}{1,22 \text{ m} \times 2,44 \text{ m}} \\ &= 3,19 \text{ lembar} \sim 4 \text{ lembar}\end{aligned}$$

- Kebutuhan suri-suri kayu 5/7

Untuk suri-suri digunakan kayu meranti 5/7, dipasang melintang dengan panjang tiap batang adalah 1,4 m (ditentukan), jarak antar suri-suri adalah 0,4 m, maka kebutuhan batang kayu 5/7 untuk suri-suri adalah

$$\begin{aligned} \text{Jumlah suri-suri} &= \frac{7,05 \text{ m}}{0,4 \text{ m}} \\ &= 17,625 \text{ batang} \\ &= 18 \text{ batang (3 batang kayu 5/7)} \end{aligned}$$
- Kebutuhan siku kayu 5/7

Siku dipasang pada setiap suri-suri, dengan tinggi adalah setengah tinggi bekisting balok dan panjang alas adalah 25 cm, maka panjang sikuannya adalah

$$\begin{aligned} \text{Panjang siku} &= \sqrt{\left(\frac{0,47}{2}\right)^2 + 0,25^2} \\ &= 0,34 \text{ m} \times 2 \\ &= 0,68 \text{ m} \\ \text{Total panjang} &= 0,68 \times 18 \\ &= 13,5 \text{ m} \\ \text{Kebutuhan 5/7} &= \frac{13,5 \text{ m}}{4 \text{ m}} \\ &= 3,375 \text{ batang} \sim 4 \text{ batang} \end{aligned}$$
- Kebutuhan rangka luar horizontal kayu 5/7

Rangka luar dipasang dengan kayu 5/7 secara horizontal (sisi memanjang) dengan jarak 20 cm

$$\begin{aligned} \text{Jumlah Kebutuhan} &= \frac{0,47 \text{ m}}{0,2 \text{ m}} \\ &= 2,35 \text{ batang} \sim 3 \text{ batang tiap sisi} \\ \text{Total panjang} &= (3 \times 2) \times 7,05 \text{ m} \\ &= 42,3 \text{ m} \\ \text{Kebutuhan 5/7} &= \frac{42,3 \text{ m}}{4 \text{ m}} \\ &= 10,575 \text{ batang} \sim 11 \text{ batang} \end{aligned}$$

- Kebutuhan rangka luar vertikal kayu 5/7
 Rangka luar dipasang dengan kayu 5/7 secara vertikal di setiap adanya suri-suri. Panjang dari rangka vertikal mengikuti tinggi bekisting balok.
 Total panjang $= 0,47 \text{ m} \times 18 \times 2$
 $= 16,92 \text{ m}$
 Kebutuhan 5/7 $= \frac{16,92 \text{ m}}{4 \text{ m}}$
 $= 4,23 \text{ batang} \sim 5 \text{ batang}$
- Kebutuhan gelagar 6/12
 Gelagar 6/12 dipasang memanjang diatas *scaffolding* dan menopang suri-suri. Panjang gelagar mengikuti panjang balok
 Kebutuhan 6/12 $= \frac{7,05 \text{ m}}{4 \text{ m}} \times 2$
 $= 3,5 \sim 4 \text{ batang}$
- Kebutuhan *Main frame* dan *Ladder frame*
Main frame dipasang diatas gelagar 6/12, dan *ladder frame* dipasang diatas *main frame*. Untuk mengetahui kebutuhan *main frame*, maka ditentukan ketersediaan *cross brace*. *Cross brace* yang digunakan memiliki lebar 1,93 m. Maka, kebutuhan *main frame* dan *ladder frame* adalah sebagai berikut
Main frame $= \frac{7,05 \text{ m}}{1,93 \text{ m}}$
 $= 3,65 \text{ buah} \sim 4 \text{ buah}$
Ladder frame $= \text{jumlah } \textit{main frame}$
 $= 4 \text{ buah}$
- Kebutuhan *cross brace*
Cross brace dipasang untuk menghubungkan 2 *main frame*. *Cross brace* dipasang di 2 sisi *main frame*, maka kebutuhan *cross brace* pada balok B1.D yang ditinjau adalah
Cross brace $= (\text{jumlah } \textit{main frame} - 1) \times 2$

$$= (4-1) \times 2$$

$$= 6 \text{ buah}$$

- Kebutuhan *joint pin*, *jack base*, dan *U-head*

Dalam setiap *main frame* terdapat masing-masing 2 buah *joint pin*, *jack base* dan *U-head*, maka jumlahnya adalah

$$\text{Jumlah kebutuhan} = 4 \times 2$$

$$= 8 \text{ buah}$$

- Kebutuhan paku, mur, baut, dan oli

Kebutuhan paku, mur dan baut dapat dilihat pada tabel 5.4. Berdasarkan tabel tersebut, dilakukan analisa sebagai berikut

$$\text{Kebutuhan paku, mur, baut} = \frac{9,514 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2.73 \text{ Kg} + 5 \text{ Kg}}{2}$$

$$= 5,65 \text{ Kg}$$

$$\text{Kebutuhan Oli} = \frac{9,514 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2 \text{ l} + 3.75 \text{ l}}{2}$$

$$= 2,98 \text{ liter}$$

Berikut adalah rekapitulasi kebutuhan bekisting balok tiap lantai.

Tabel 5. 10:Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting dan Scaffolding Balok Tiap Lantai

Lantai	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
8-10	Multiplek	367	Lembar
	Meranti 6/12	452	Batang
	Meranti 5/7	2478	Batang
	Paku baut mur	467.03	Kg
	Minyak oli	246.14	Liter

Lantai	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
8-10	<i>Main Frame</i>	441	buah
	<i>Ladder Frame</i>	441	buah
	<i>Cross brace</i>	576	buah
	<i>Joint pin</i>	882	buah
	<i>Jack Base</i>	882	buah
	<i>U-head</i>	882	buah
9-14	Multiplek	363	Lembar
	Meranti 6/12	446	Batang
	Meranti 5/7	2440	Batang
	Paku baut mur	463.38	Kg
	Minyak oli	244.22	Liter
	<i>Main Frame</i>	441	buah
	<i>Ladder Frame</i>	441	buah
	<i>Cross brace</i>	576	buah
	<i>Joint pin</i>	882	buah
	<i>Jack Base</i>	882	buah
<i>U-head</i>	882	buah	

B. Durasi Pekerjaan

Durasi bekisting dihitung dari total durasi menyetel, memasang, membongkar, dan mereparasi, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan bekisting balok zona 1 lantai 8.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

Untuk perhitungan durasi bekisting menggunakan tabel 2.4. Contoh perhitungan dilakukan pada zona 1

lantai 8, setelah dilakukan perhitungan luas bekisting, diketahui luas bekisting zona 1 lantai 7 adalah 162,728 m².

➤ Menyetel

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi menyetel bekisting balok adalah 8 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{162,728}{\left(\frac{8}{8}x10\right)+\left(\frac{1}{8}x((10x90\%)+(10x80\%)+(10x70\%))\right)} \\ &= 12,98 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Memasang

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi memasang bekisting balok adalah 3,5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{162,728}{\left(\frac{8}{3,5}x10\right)+\left(\frac{1}{3,5}x((10x90\%)+(10x80\%)+(10x70\%))\right)} \\ &= 5,68 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Membongkar dan membersihkan

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi membongkar dan membersihkan bekisting balok 3.5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{162,728}{\left(\frac{8}{3,5}x10\right)+\left(\frac{1}{3,5}x((10x90\%)+(10x80\%)+(10x70\%))\right)} \\ &= 5,68 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ **Reparasi**

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi reparasi bekisting *shearwall* 3.5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{162,728}{\left(\frac{8}{3,5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{3,5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 80\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 5,68 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ **Pengolesan minyak**

Berdasarkan buku Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan hal. 86, diketahui durasi pengolesan minyak pada bekisting *shearwall* adalah 0.5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{162,728}{\left(\frac{8}{0,5} \times 1\right) + \left(\frac{1}{0,5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 80\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 0,81 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

Untuk pekerjaan bekisting memiliki tenaga kerja sebagai berikut:

- 2 mandor
- 2 Kepala tukang
- 18 tukang kayu untuk fabrikasi, 20 tukang kayu untuk pemasangan
- 18 pekerja terampil untuk fabrikasi, 20 pekerja terampil untuk pemasangan.

Untuk pekerjaan yang termasuk dalam fabrikasi adalah menyetel dan reparasi. Sedangkan, pekerjaan pemasangan terdiri dari memasang, membongkar dan membersihkan, serta pengolesan minyak.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Menyetel, $\frac{12,98}{40} = 0,32$ hari
- Memasang, $\frac{5,68}{44} = 0,13$ hari
- Membongkar dan membersihkan, $\frac{5,68}{44} = 0,13$ hari
- Reparasi, $\frac{5,68}{40} = 0,14$ hari
- Pengolesan minyak, $\frac{0,81}{44} = 0,02$ hari

Total durasi bekisting = 0,74 hari ~ 1 hari untuk 2 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Untuk perhitungan biaya material menggunakan contoh perhitungan biaya material bekisting balok lantai 8. Harga material bekisting berdasarkan survey harga adalah sebagai berikut:

- Multiplex = Rp 210.000,00/lembar
- Meranti 6/12 = Rp 80.000,00/batang
- Meranti 5/7 = Rp 39.000,00/batang
- Mur, baut, paku = Rp 19.000,00/Kg
- Minyak oli = Rp 8.500,00/liter

Dalam penggunaannya, bekisting dapat digunakan lebih dari sekali. Berdasarkan brosur penjualan, ditunjukkan bahwa penggunaannya maksimal adalah 8 kali pakai, dengan tambahan biaya reparasi tiap pemakaiannya.

Maka, dibuatlah metode penggunaan bekisting balok di setiap lantai dengan memperhatikan waktu bongkar bekisting tersebut. Berikut adalah analisa penggunaan bekisting balok tiap lantai.

Fabrikasi = Lantai 8, 9, dan 10
 Reparasi = Lantai 11, 12, 13, dan 14

Pada lantai 11, bekisting yang digunakan adalah reparasi dari lantai 8, sedangkan pada lantai 12 adalah reparasi dari lantai 9, dan seterusnya.

Biaya reparasi menurut buku Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan adalah 10% dari biaya fabrikasi.

Setelah analisa, didapatkan kebutuhan bekisting untuk lantai 8 sebagai berikut:

- Multiplek = 367 lembar
- Meranti 6/12 = 452 batang
- Meranti 5/7 = 2478 batang
- Mur, baut, paku = 467,03 Kg
- Oli = 246,14 Liter

Total biaya material:

$$\begin{aligned} \text{Biaya meranti} &= (367 \times 210.000) + (452 \times 80.000) + (2478 \times 39.000) \\ &= \text{Rp } 209.872.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mur, baut, paku, dan oli} &= (467,03 \times 19.000) + (246,14 \times 8.500) \\ &= \text{Rp } 10.965.702,55 \end{aligned}$$

Maka total biaya material adalah Rp 220.837.702,55

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor = Rp 110.000,00
 Kepala tukang = Rp 109.200,00
 Tukang = Rp 108.800,00
 Pekerja terampil = Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 43 jam (22 jam kerja normal pada hari normal, 9 jam lembur pada hari normal, 9 jam normal pada hari sabtu, dan 3 jam lembur pada hari sabtu)

2 Kepala Tukang = 43 jam (22 jam kerja normal pada hari normal, 9 jam lembur pada hari normal, 9 jam normal pada hari sabtu, dan 3 jam lembur pada hari sabtu)

Pekerja Fabrikasi

18 Tukang kayu = 19 jam (8 jam kerja normal pada hari normal, 4 jam lembur pada hari normal, 5 jam normal pada hari sabtu, dan 2 jam lembur pada hari sabtu)

18 Pekerja terampil = 19 jam (8 jam kerja normal pada hari normal, 4 jam lembur pada hari normal, 5 jam normal pada hari sabtu, dan 2 jam lembur pada hari sabtu)

Pekerja Pemasangan

20 Tukang kayu = 24 jam (14 jam kerja normal pada hari normal, 5 jam lembur pada hari normal, 4 jam normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

20 Pekerja terampil = 24 jam (14 jam kerja normal pada hari normal, 5 jam lembur pada hari normal, 4 jam normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned}
 2 \text{ Mandor} &= (2 \times 22 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 3 \times 1.5 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.750) + (2 \times 6 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) \\
 &\quad + (2 \times 9 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times \\
 &\quad 3 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 2 \times 4 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.750)
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 1.883.750,00$$

$$\begin{aligned}
 2 \text{ Kepala tukang} &= (2 \times 22 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 3 \times 1.5 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.650) + (2 \times 6 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\
 &\quad + (2 \times 9 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times \\
 &\quad 3 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 2 \times 4 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.650)
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 1.870.050,00$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Tukang kayu} &= (18 \times 8 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 2 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 600) + (18 \times 5 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \\
 &\quad \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 4 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.600)
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 7.956.000,00$$

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Pek. Terampil} &= (18 \times 8 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 2 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13. \\
 &\quad 550) + (18 \times 5 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \\
 &\quad \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 4 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.550)
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 7.926.750,00$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned}
 20 \text{ Tukang kayu} &= (20 \times 14 \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 2 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.600) + (20 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) + \\
 &\quad (20 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.600)
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 9.348.000,00$$

$$\begin{aligned}
 20 \text{ Pek. Terampil} &= (20 \times 14 \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 2 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.550) + (20 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) + \\
 &\quad (20 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 9.349.500,00
 \end{aligned}$$

➤ **Biaya Alat**

Dalam penggunaan bekisting kolom, dibutuhkan sewa *main frame*, *ladder frame*, *cross brace*, *joint pin*, *jack base*, dan *u-head*. Sewa scaffolding tersebut dilakukan dalam jangka waktu bulan, sehingga terlebih dahulu hitung durasi penggunaan bekisting tersebut. Total jumlah sewa yang dibutuhkan untuk bekisting balok lantai 8-14 adalah:

- *Main frame* = 1323 buah
- *Ladder frame* = 1323 buah
- *Cross brace* = 1728 buah
- *Joint pin* = 2646 buah
- *Jack base* = 2646 buah
- *U-head* = 2646 buah

Kebutuhan diatas dapat digunakan hingga selesainya proyek karena penggunaannya dapat dilakukan berkali-kali. Untuk biaya sewa dari *scaffolding* tersebut adalah sebagai berikut

- *Main frame* = Rp 11.000,00/buah/bulan
- *Ladder frame* = Rp 6.000,00/buah/bulan
- *Cross brace* = Rp 8.500,00/buah/bulan
- *Joint pin* = Rp 5.000,00/buah/bulan
- *Jack base* = Rp 7.500,00/buah/bulan
- *U-head* = Rp 8.500,00/buah/bulan

Setelah di analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui bahwa durasi penggunaan bekisting balok adalah 59 hari atau karena sewa dilakukan per bulan,

maka durasinya adalah 2 bulan, maka biaya sewa alat untuk *scaffolding* kolom adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= (1323 \times 2 \times 11.000) + (1323 \times 2 \times 6.000) \\ &+ (1728 \times 2 \times 8.500) + (2646 \times 2 \times 5.000) \\ &+ (2646 \times 2 \times 7.500) + (2646 \times 2 \times 8.500) \\ &= \text{Rp } 185.490.000,00 \end{aligned}$$

Sewa *scaffolding* balok dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan bekisting balok dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 185.490.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 23.186.250,00 \end{aligned}$$

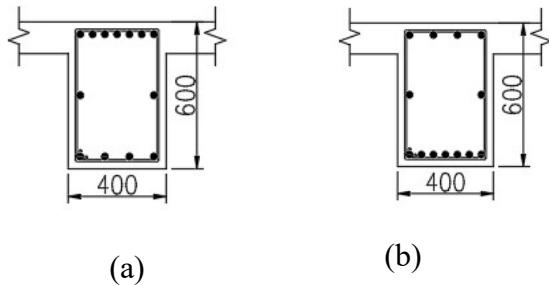
Maka biaya total pekerjaan bekisting balok lantai 8 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 282.394.002,55 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada balok ini digunakan contoh pada pembesian B1.D pada zona 1 lantai 8 pada as J-3S hingga J-5S dengan detail penulangan sebagai berikut:



Gambar 5. 32: (a) Tulangan Tumpuan Balok B1.D, (b) Tulangan Lapangan Balok B1.D

- Data detail balok B1.D pada as J-3S hingga J-5S di lantai 8

Dimensi = 0,4 x 0,6 m

Diameter tulangan:

Tul. Atas = D19

Tul. Tengah = D13

Tul. Bawah = D19

Begel = - Tumpuan = D13-100
 - Lapangan = D13-150

Decking = 0,04 m

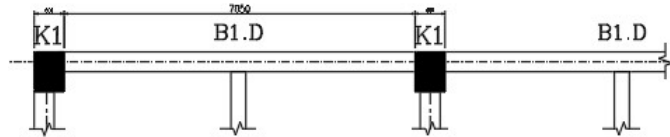
Panjang = 7,05 m

Penulangan pada balok dilakukan dengan sistem menerus, sehingga tulangan akan diteruskan apabila sesuai dengan kebutuhan tulangan balok setelahnya.

- Perhitungan tulangan

Panjang tulangan pada balok dianggap menerus jika jumlah dan diameter sesuai. Apabila panjang tulangan belum mencukupi maka tulangan berikutnya dipasang sebagai *overlap* pada tulangan balok yang kurang

tersebut. Oleh karena itu, dalam perhitungan balok ini akan ditinjau pula kebutuhan balok selanjutnya. Berikut perhitungan kebutuhan tulangan utama pada balok yang ditinjau:



Gambar 5. 33: Balok B1.D yang Ditinjau

- Dari gambar tersebut diketahui bahwa balok B1.D yang ditinjau akan dilanjutkan dengan balok B1.D.
 - Maka, berdasarkan gambar potongan serta gambar balok yang ditinjau, diketahui jumlah tulangan balok yang menerus sepanjang 12 m adalah:
 - Tul. Atas = 4 batang
 - Tul. Tengah = 2 batang
 - Tul. Bawah = 4 batang
 - Untuk tulangan yang tidak menerus maka dihitung panjang penjangkaran dan *overlap*.
- Tulangan tumpuan kiri balok B1.D
 - Pada tulangan tumpuan kiri balok B1.D terdapat 3 tulangan tarik (tulangan atas) yang tidak menerus. Untuk perhitungan panjang tulangan, digunakan panjang penjangkaran dan *overlap*
 - Penjangkaran = $40 \times D$
 - = $40 \times 19 \text{ mm}$
 - = 760 mm
 - Overlap* = $15 \times D$
 - = $15 \times 19 \text{ mm}$
 - = 285 mm

- Panjang $= \frac{1}{4} \times L_n$
 $= \frac{1}{4} \times 7050 \text{ mm}$
 $= 1762,5 \text{ mm}$
- Panjang Total $= (1762,5 + 760 + 285) \times 3$
 $= 8422,5 \text{ mm}$
 $= 8,423 \text{ m}$
- Tulangan lapangan balok B1.D
 Pada tulangan lapangan B1.D terdapat 3 tulangan tarik (tulangan bawah) yang tidak menerus, karena berada pada bagian lapangan, maka panjangnya adalah panjang tulangan lapangan ditambah panjang *overlap* pada kedua sisinya.
 Panjang $= \frac{1}{2} \times L_n$
 $= \frac{1}{2} \times 7050 \text{ mm}$
 $= 3525 \text{ mm}$
 - Overlap* $= 2 \times 15 \times D$
 $= 2 \times 15 \times 19$
 $= 570 \text{ mm}$
 - Panjang Total $= (3525 + 570) \times 3$
 $= 12285 \text{ mm}$
 $= 12,285 \text{ m}$
 - Tulangan tumpuan kanan balok B1.D
 Untuk tumpuan kanan terdapat 3 tulangan tarik (tulangan atas) yang tidak menerus. Panjangnya adalah panjang tulangan tumpuan pada balok ditinjau, ditambah panjang tulangan tumpuan balok setelahnya karena tulangan ini menerus hingga balok berikutnya, ditambah lebar kolom karena melewati kolom K-1, lalu ditambah *overlap* pada sisi-sisinya.
 Panjang $= (\frac{1}{4} \times L_n \text{ ditinjau}) + (\frac{1}{4} \times L_n \text{ setelahnya})$

$$\begin{aligned}
 &= \left(\frac{1}{4} \times 7050 \text{ mm}\right) + \left(\frac{1}{4} \times 7100 \text{ mm}\right) \\
 &= 3537,5 \text{ mm} \\
 \text{Lebar kolom} &= 600 \text{ mm} \\
 \text{Overlap} &= 2 \times 15 \times D \\
 &= 2 \times 15 \times 19 \\
 &= 570 \text{ mm} \\
 \text{Panjang total} &= (3537,5 + 600 + 570) \times 3 \\
 &= 14122,5 \text{ mm} \\
 &= 14,123 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka, total kebutuhan tulangan D19 pada balok B1.D adalah 34,831 m.

- kebutuhan tulangan D19

1 lonjor tulangan = 12 m

$$\frac{34,831 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 2,9 \text{ lonjor} \sim 3 \text{ lonjor}$$

Tulangan menerus = 8 lonjor

Maka total kebutuhan adalah 11 lonjor

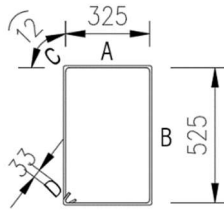
- Berat tulangan dihitung dengan koefisien berat pada tabel 2.1 diketahui bahwa tulangan D19 memiliki berat 2,23 Kg/m, maka

$$(34,831 \text{ m} + 96 \text{ m}) \times 2,23 \text{ Kg/m} = 503,69 \text{ Kg}$$

➤ Hitungan tulangan sengkang

Dalam perhitungan ukuran sengkang menggunakan gambar bestat yang diambil dari gambar *shop drawing* detail tulangan *shearwall*. Tulangan sengkang menggunakan tulangan dengan diameter D13.

Berikut adalah gambar bestat dari tulangan sengkang balok B1.D pada bagian tumpuan dan lapangan.



Gambar 5. 34: Bestat Tulangan Senggang Balok

Senggang tersebut dipasang pada jarak 100 mm di tumpuan dan 150 mm di lapangan, maka jumlah senggang adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah di tumpuan} &= \frac{\frac{7050}{4} - 5}{100} \\
 &= 17,125 \text{ buah} \sim 18 \text{ buah} \\
 \text{Total di tumpuan} &= 18 \times 2 \\
 &= 36 \text{ buah} \\
 \text{Jumlah di lapangan} &= \frac{7050 - ((36 \times 100) + 100)}{150} \\
 &= 23 \text{ buah}
 \end{aligned}$$

Maka, total panjang senggang adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Di tumpuan} &= ((525 \text{ mm} \times 2) + (325 \text{ mm} \times 2) \\
 &\quad + (12 \text{ mm} \times 5) + (33 \text{ mm} \times 2)) \times \\
 &\quad 36 \\
 &= 65732 \text{ mm} \\
 &= 65,732 \text{ m} \\
 \text{Di lapangan} &= ((525 \text{ mm} \times 2) + (325 \text{ mm} \times 2) \\
 &\quad + (12 \text{ mm} \times 5) + (33 \text{ mm} \times 2)) \times \\
 &\quad 23 \\
 &= 41998 \text{ mm} \\
 &= 41,998 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Total kebutuhan tulangan D13 adalah
 = 65,732 m + 41,998 m
 = 107,73 m

- Kebutuhan tulangan D13 adalah
 $\frac{107,73 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 8,9 \text{ lonjor} \sim 9 \text{ lonjor}$

Tulangan D13 menerus ada 2 lonjor

Maka total kebutuhan adalah 11 lonjor

- Berat tulangan D13 dihitung dengan koefisien berat pada tabel 2.1 diketahui bahwa tulangan D13 memiliki berat 1.04 Kg/m, maka

$(107,73 \text{ m} + 24 \text{ m}) \times 1.04 \text{ Kg/m} = 136,99 \text{ Kg}$

Maka kebutuhan tulangan balok B1.D yang ditinjau adalah:

D19 = 503,69 Kg

D13 = 136,99 Kg

Tabel 5. 11: Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Balok tiap Lantai

Lantai	Diameter	Kebutuhan per lonjor	Berat (Kg)
7-14	8	315	1493.1
	10	1025	7589.1
	16	33	625.68

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan serta pemasangan

tulangan, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan pembesian zona 1 lantai 8.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

➤ Pematangan

Durasi pematangan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam oleh satu orang pekerja dalam durasi normal, apabila dilakukan lembur dalam 3 jam maka produktivitas menurun 10% tiap jam.

Contoh perhitungan diambil dari pembesian balok lantai 8 zona 1 dengan data sebagai berikut:

D8 = 20 buah potongan

D13 = 1203 buah potongan

D19 = 482 buah potongan

Durasi pematangan:

$$D8 = \frac{20}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,04 \text{ hari}$$

$$D13 = \frac{1203}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 2,31 \text{ hari}$$

$$D19 = \frac{482}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,93 \text{ hari}$$

Total durasi pematangan = 3,28 hari

➤ Pembengkokan

Untuk perhitungan pembengkokan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi pembengkokan tiap 100 buah bengkakan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

$$D8 = 1,15 \text{ jam}$$

$$D13 = 1,15 \text{ jam}$$

$$D19 = 1,5 \text{ jam}$$

Sedangkan data bengkakan tiap diameter adalah sebagai berikut

$$D8 = 68 \text{ bengkakan}$$

$$D13 = 1913 \text{ bengkakan}$$

$$D19 = 139 \text{ bengkakan}$$

Durasi Pembengkokan

$$D8 =$$

$$\frac{68}{\left(\frac{8}{1,15} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 8\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,08 \text{ hari}$$

$$D13 =$$

$$\frac{1913}{\left(\frac{8}{1,15} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 2,12 \text{ hari}$$

$$D19 =$$

$$\frac{139}{\left(\frac{8}{1,5} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,5} \times ((100 \times 9\%) + (100 \times 8\%) + (100 \times 7\%))\right)}$$

$$= 0,2 \text{ hari}$$

Total durasi pembengkokan adalah 2,39 hari

➤ Kaitan

Untuk perhitungan kaitan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi kaitan tiap 100 buah kaitan oleh

satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

$$D8 = 1,85 \text{ jam}$$

$$D13 = 1,85 \text{ jam}$$

$$D19 = 2,3 \text{ jam}$$

Sedangkan data kaitan tiap diameter adalah sebagai berikut:

$$D8 = 40 \text{ kaitan}$$

$$D13 = 1234 \text{ kaitan}$$

$$D19 = 0 \text{ kaitan}$$

Durasi kaitan:

$$D8 =$$

$$\frac{40}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,07 \text{ hari}$$

$$D13 =$$

$$\frac{1234}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 2,2 \text{ hari}$$

$$D19 = 0 \text{ hari}$$

Total durasi pembengkokan adalah 2,27 hari

➤ Pemasangan

Untuk perhitungan pemasangan digunakan tabel 2.3, dimana diketahui durasi pemasangan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam adalah

- Panjang kurang dari 3 m

$$D8 = 4,75 \text{ jam}$$

- D13 = 4,75 jam
- D19 = 5,75 jam
- Panjang 3 - 6 m
 - D8 = 6 jam
 - D13 = 6 jam
 - D19 = 7,25 jam
- Panjang 6 - 9 m
 - D8 = 7 jam
 - D13 = 7 jam
 - D19 = 8,25 jam

Sedangkan data untuk jumlah tulangan dengan panjang tersebut adalah sebagai berikut:

- Panjang kurang dari 3 m
 - D8 = 20 buah
 - D13 = 1111 buah
 - D19 = 232 buah
- Panjang 3 - 6 m
 - D8 = 0 buah
 - D13 = 36 buah
 - D19 = 118 buah
- Panjang 6 - 9 m
 - D8 = 0 buah
 - D13 = 68 buah
 - D19 = 224 buah

Durasi pemasangan:

- Panjang kurang dari 3 m
 - D8 =

$$\frac{20}{\left(\frac{8}{4,75} \times 100\right) + \left(\frac{1}{4,75} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 8\%) + (100 \times 7\%))\right)}$$

$$= 0,09 \text{ hari}$$

$$D13 = \frac{1111}{\left(\frac{8}{4,75}x100\right) + \left(\frac{1}{4,75}x((100x9\%) + (100x80\%) + (100x70\%))\right)}$$

$$= 5,07 \text{ hari}$$

$$D19 = \frac{232}{\left(\frac{8}{5,75}x100\right) + \left(\frac{1}{5,75}x((100x90\%) + (100x8\%) + (100x70\%))\right)}$$

$$= 1,28 \text{ hari}$$

- Panjang 3 - 6 m

$$D8 = 0$$

$$D13 =$$

$$\frac{36}{\left(\frac{8}{6}x100\right) + \left(\frac{1}{6}x((100\%) + (100x80\%) + (100x\%))\right)}$$

$$= 0,21 \text{ hari}$$

$$D19 =$$

$$\frac{118}{\left(\frac{8}{7,25}x100\right) + \left(\frac{1}{7,25}x((100x90\%) + (100\%) + (100x\%))\right)}$$

$$= 0,82 \text{ hari}$$

- Panjang 6 - 9 m

$$D8 = 0$$

$$D13 =$$

$$\frac{68}{\left(\frac{8}{7}x100\right) + \left(\frac{1}{7}x((100x\%) + (100\%) + (100x\%))\right)}$$

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

$$D19 =$$

$$\frac{224}{\left(\frac{8}{8,25}x100\right) + \left(\frac{1}{8,25}x((100x9\%) + (100x\%) + (100x\%))\right)}$$

$$= 1,56 \text{ hari}$$

Total durasi pemasangan tulangan kolom zona 1 adalah 9,5 hari.

Untuk pekerjaan pembesian memiliki tenaga kerja senagai berikut:

- 2 mandor
- 4 Kepala tukang
- 18 tukang besi untuk fabrikasi, 18 tukang besi untuk pemasangan
- 18 pekerja terampil untuk fabrikasi, 18 pekerja terampil untuk pemasangan.

Pekerjaan yang termasuk fabrikasi adalah pemotongan dan bengkokan serta kait, untuk pekerjaan pemasangan adalah pekerjaan pemasangan.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Pemotongan, $\frac{3,28}{42} = 0,078$ hari
- Bengkokan dan kait, $\frac{4,66}{42} = 0,11$ hari
- Pemasangan, $\frac{9,5}{42} = 0,226$ hari

Total durasi penulangan = 0,415 hari ~ 1 hari untuk 1 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Harga besi berdasarkan Sarana Metal Jayatama, untuk tulangan D8 harganya adalah Rp 9.300,00, sedangkan untuk D13, dan D19 adalah Rp 9.600,00/Kg, dan harga bendrat adalah Rp 12.000,00.

Volume besi balok lantai 8 adalah sebagai berikut:

D8 = 33,18 Kg

D13 = 12967 Kg

D19 = 17287 Kg

Bendrat = 3029 Kg

$$\begin{aligned} \text{Total biaya besi} &= (33,18 \times 9.300) + ((12967 + \\ & 17287) \times 9.600) + (3029 \times \\ & 12.000) \\ &= \text{Rp } 345.965.584,00 \end{aligned}$$

➤ **Biaya Upah Pekerja**

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor	= Rp 110.000,00
Kepala tukang	= Rp 109.200,00
Tukang	= Rp 108.800,00
Pekerja terampil	= Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 27 jam (22 jam kerja normal pada hari normal, 4 jam lembur pada hari normal, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

4 Kepala Tukang = 27 jam (22 jam kerja normal pada hari normal, 4 jam lembur pada hari normal, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Pekerja Fabrikasi

18 Tukang besi = 11 jam (9 jam kerja normal, 2 jam lembur)

18 Pekerja terampil = 11 jam (9 jam kerja normal, 2 jam lembur)

Pekerja Pemasangan

18 Tukang besi = 16 jam (13 jam kerja normal pada hari normal, 2 jam lembur pada hari normal, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

18 Pekerja terampil = 16 jam (13 jam kerja normal pada hari normal, 2 jam lembur pada hari normal, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned} 2 \text{ Mandor} &= (2 \times 22 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 2 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.750) + (2 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) \\ &\quad + (2 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.750) \\ &= \text{Rp } 893.750,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Kepala tukang} &= (4 \times 22 \times \text{Rp } 13.650) + (4 \times 2 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.650) + (4 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\ &\quad + (4 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.650) \\ &= \text{Rp } 1.774.500,00 \end{aligned}$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned} 18 \text{ Tukang besi} &= (18 \times 9 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.600) \\ &= \text{Rp } 3.060.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 18 \text{ Pek. Terampil} &= (18 \times 9 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.550) \\ &= \text{Rp } 3.048.750,00 \end{aligned}$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned} 18 \text{ Tukang besi} &= (18 \times 13 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.600) + (18 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 4.773.600,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Pek. Terampil} &= (18 \times 13 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.550) + (18 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 4.756.050,00
 \end{aligned}$$

➤ **Biaya Alat**

Dalam fabrikasi pembesian dibutuhkan *Bar cutter* dan *bar bender*, harga sewa keduanya adalah Rp 7.000.000,00/bulan. Pekerjaan fabrikasi balok, plat, dan tangga menggunakan 2 grup pekerja dengan 4 buah *bar cutter* dan *bar bender*.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi total fabrikasi besi balok, plat, dan tangga adalah 20 hari, karena biaya sewa *bar cutter* dan *bar bender* terhitung per bulan, maka dibulatkan menjadi 1 bulan.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 1 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000 \\
 &= \text{Rp } 28.000.000,00
 \end{aligned}$$

Karena digunakan untuk 3 item pekerjaan yaitu balok, plat, dan tangga maka biaya sewa tiap pekerjaan adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa tiap pekerjaan} &= \frac{\text{Rp } 28.000.000,00}{3} \\
 &= \text{Rp } 9.333.333,00
 \end{aligned}$$

Sewa *Bar Cutter* dan *Bar Bender* dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan balok dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 9.333.333,00}{8} \\
 &= \text{Rp } 1.166.667,00
 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pembesian balok lantai 8 adalah

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 347.132.250,67\end{aligned}$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran balok, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-300. Volume pengecoran balok dihitung dari dimensi balok dikalikan dengan panjang bersihnya. Berikut akan diberikan contoh perhitungan balok tipe B1.D pada as J-3S hingga J-5S lantai 8. Berikut adalah perhitungan volume balok yang ditinjau.

$$\begin{aligned}\text{Volume} &= 0,4 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} \times 7,05 \text{ m} \\ &= 1,325 \text{ m}^3\end{aligned}$$

Hitung berat tulangan pada balok yang ditinjau (tidak perlu dihitung menerus), setelah dilakukan perhitungan didapatkan data sebagai berikut

$$\text{Berat D13} = 126,514 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat D19} = 179,928 \text{ Kg}$$

Maka, volume bersih beton yang diperlukan adalah

$$\begin{aligned}\text{Volume bersih} &= 1,325 \text{ m}^3 - \frac{126,514 \text{ Kg} + 179,928 \text{ Kg}}{7850 \text{ Kg/m}^3} \\ &= 1,3 \text{ m}^3\end{aligned}$$

B. Durasi Pekerjaan

Dalam pekerjaan pengecoran ini, perhitungan durasi pengecoran kolom dihitung dengan menggunakan durasi *tower crane*. Untuk pekerjaan pengecoran, alat yang digunakan adalah:

- 2 *Tower Crane*
- 2 *Concrete Vibrator*
- 1 *Compressor*

- 2 *Bucket Cor*

Perhitungan produktivitas *tower crane* akan dijelaskan di bagian perhitungan *tower crane*. Berdasarkan hasil analisa tersebut, durasi untuk pengecoran balok lantai 8 adalah 15,6 Jam.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Material yang digunakan adalah beton *readymix* dengan mutu K-300, dengan harga Rp 700.000,00/m³ (PT. Varia Usaha Beton)

Untuk contoh perhitungan digunakan perhitungan untuk pengecoran balok lantai 8. Berdasarkan perhitungan volume, diperoleh volume total pengecoran balok lantai 8 adalah 102,987 m³. Maka, biaya material untuk pengecoran adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 102,987 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 700.000,00 \\ &= \text{Rp } 72.027.652,99 \end{aligned}$$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor	= Rp. 110.000,00
Kepala tukang	= Rp 109.200,00
Tukang	= Rp 108.800,00
Pekerja terampil	= Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

(8 x upah per jam) + (1 x 1.5 x upah per jam) + (2 x 2 x upah per jam)

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$$

Untuk pekerjaan pengecoran, terdapat 2 *tower crane* yang akan digunakan, dengan rincian pekerja sebagai berikut:

1 mandor

1 kepala tukang

10 tukang cor untuk melayani TC 1

10 pekerja terampil untuk melayani TC 1

10 tukang cor untuk melayani TC 2

10 pekerja terampil untuk melayani TC 2

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

1 Mandor = 16 jam (12 jam kerja normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu)

1 Kepala Tukang = 16 jam (12 jam kerja normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu)

Pekerja TC 1

10 Tukang cor = 16 jam (13 jam kerja normal, 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

10 Pekerja terampil = 16 jam (13 jam kerja normal, 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

Pekerja TC 2

10 Tukang cor = 16 jam (12 jam kerja normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu)

10 Pekerja terampil = 16 jam (12 jam kerja normal, 4 jam kerja normal pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

$$1 \text{ Mandor} = (1 \times 12 \times \text{Rp } 13.750) + (1 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.750)$$

$$= \text{Rp } 288.750,00$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Kepala tukang} &= (1 \times 12 \times \text{Rp } 13.650) + (1 \times 4 \times 2 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.650) \\ &= \text{Rp } 286.650,00 \end{aligned}$$

TC 1:

$$\begin{aligned} 10 \text{ Tukang cor} &= (10 \times 13 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 3 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 2.584.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10 \text{ Pek. Terampil} &= (10 \times 13 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 3 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550) \\ &= \text{Rp } 2.574.500,00 \end{aligned}$$

TC 2:

$$\begin{aligned} 10 \text{ Tukang cor} &= (10 \times 12 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 4 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 2.856.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10 \text{ Pek. Terampil} &= ((10 \times 12 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 4 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550)) \\ &= \text{Rp } 2.845.500,00 \end{aligned}$$

➤ Biaya Alat

Pekerjaan pengecoran menggunakan alat sebagai berikut:

- 2 *Tower Crane*
- 4 *Concrete Vibrator* (2 buah untuk melayani TC 1 dan 2 buah untuk melayani TC 2)
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Biaya sewa alat tersebut adalah sebagai berikut:

- *Tower Crane* = Rp 78.000.000,00/bulan
- *Concrete Vibrator* = Rp 288.000,00/hari
- *Compressor* = Rp 7.000.000,00/bulan
- *Bucket* = Rp 4.000.000,00/set

Perhitungan biaya sewa *tower crane* akan dijelaskan pada sub-bab perhitungan *tower crane*.

- *Concrete Vibrator*

Biaya sewa *concrete vibrator*, dihitung dalam durasi hari. Berdasarkan analisa durasi, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 48 \text{ hari} \times \text{Rp } 288.000,00 \\ &= \text{Rp } 55.296.000,00 \end{aligned}$$

Vibrator tersebut akan digunakan untuk pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat, dan tangga, maka biaya *vibrator* untuk pekerjaan kolom adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 55.296.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 11.059.200,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 11.059.200,00}{8} \\ &= \text{Rp } 1.382.400,00 \end{aligned}$$

- *Compressor*

Sama halnya dengan *concrete vibrator*, sewa *compressor* juga dihitung dalam durasi bulan. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 1 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 14.000.000,00 \end{aligned}$$

Compressor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *compressor* untuk pekerjaan balok adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 14.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 2.800.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 2.800.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 350.000,00 \end{aligned}$$

- *Bucket Cor*

Sama halnya dengan alat lainnya, sewa *bucket cor* juga dihitung dalam durasi bulan. Karena terdapat 2 *tower crane*, maka dibutuhkan 2 *bucket cor* pula. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= 2 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 4.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 16.000.000,00\end{aligned}$$

Bucket cor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *bucket cor* untuk pekerjaan balok adalah

$$\text{Biaya sewa} = \frac{\text{Rp } 16.000.000,00}{5}$$

$$= \text{Rp } 3.200.000,00$$

$$\text{Biaya sewa per lantai} = \frac{\text{Rp } 3.200.000,00}{8}$$

$$= \text{Rp } 400.000,00$$

Maka biaya total pekerjaan pengecoran balok lantai 8 adalah

$$\begin{aligned}\text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 85.595.452,99\end{aligned}$$

5.4.5 Perhitungan Plat

Pada pekerjaan plat ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Bekisting

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan bekisting plat, digunakan multiplek ukuran 1,22 x 2,44 x 0.012, kayu meranti 6/12 dengan panjang 4 m tiap batang, dan kayu meranti 5/7 dengan

panjang 4 m tiap batang, selain itu untuk perancah dibutuhkan *main frame*, *ladder frame*, *cross brace*, *joint pin*, *jack base*, dan *U-head*.

Apabila dilakukan perhitungan pada plat di zona 1 lantai 8 as Js3-Js4 hingga Is3-Is4, maka analisa bahannya adalah sebagai berikut

$$\text{Dimensi plat ditinjau} = 3,55 \text{ m} \times 4 \text{ m}$$

$$\text{Tebal plat} = 0,13 \text{ m}$$

- Kebutuhan Multiplek

$$\begin{aligned} \text{Luas bekisting balok} &= 3,55 \text{ m} \times 4 \text{ m} \\ &= 14,2 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan multiplek (lembar)} &= \frac{14,2 \text{ m}^2}{1,22 \text{ m} \times 2,44 \text{ m}} \\ &= 4,77 \text{ lembar} \sim 5 \text{ lembar} \end{aligned}$$

- Kebutuhan kayu 5/7

Kayu 5/7 dipasang pada sisi memanjang dengan jarak 0,4 m. Maka, kebutuhan kayu 5/7 adalah

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan batang} &= \frac{4 \text{ m}}{0,4 \text{ m}} \\ &= 10 \text{ batang} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang tiap batang} = 3,55 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan 5/7} &= \frac{3,55 \text{ m}}{4 \text{ m}} \\ &= 0,88 \text{ batang} \sim 1 \text{ batang} \\ &= 1 \times 10 \\ &= 10 \text{ batang} \end{aligned}$$

- Kebutuhan kayu 6/12

Kayu 6/12 dipasang memanjang diatas *scaffolding* dan menopang kayu 5/7. Panjang gelagar mengikuti sisi panjang plat. Jarak kayu 6/12 disesuaikan dengan jarak *main frame scaffolding* yaitu 1,22 m

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan batang} &= \frac{3,55 \text{ m}}{1,22 \text{ m}} \\ &= 2,9 \text{ batang} \sim 3 \text{ batang} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang tiap batang} = 4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan } 6/12 &= \frac{4 \text{ m}}{4 \text{ m}} \\ &= 1 \text{ batang} \times 3 \\ &= 3 \text{ batang} \end{aligned}$$

- Kebutuhan *Main frame* dan *Ladder frame*

Main frame dipasang diatas kayu 6/12, dan *ladder frame* dipasang diatas *main frame*. Untuk mengetahui kebutuhan *main frame*, maka ditentukan ketersediaan *cross brace*. *Cross brace* yang digunakan memiliki lebar 1,93 m. Maka, kebutuhan *main frame* dan *ladder frame* adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Main frame melintang} &= \frac{3}{1.22 \text{ m}} \\ &= 2,45 \text{ buah} \sim 3 \text{ buah} - 1 \\ &= 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Main frame memanjang} &= \frac{4 \text{ m}}{1,93 \text{ m}} \\ &= 2 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total main frame} &= 2 \times 2 \\ &= 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ladder frame} &= \text{jumlah main frame} \\ &= 4 \text{ buah} \end{aligned}$$

- Kebutuhan *cross brace*

Cross brace dipasang untuk menghubungkan 2 *main frame*. *Cross brace* dipasang di 2 sisi *main frame*, maka kebutuhan *cross brace* pada plat yang ditinjau adalah

$$\begin{aligned} \text{Cross brace} &= (\text{jumlah main frame} - 1) \times 2 \\ &= (4-1) \times 2 \\ &= 6 \text{ buah} \end{aligned}$$

- Kebutuhan *joint pin*, *jack base*, dan *U-head*

Dalam setiap *main frame* terdapat masing-masing 2 buah *joint pin*, *jack base* dan *U-head*, maka jumlahnya adalah

$$\begin{aligned} \text{Jumlah kebutuhan} &= 4 \times 2 \end{aligned}$$

$$= 8 \text{ buah}$$

- Kebutuhan paku, mur, baut, dan oli

Kebutuhan paku, mur dan baut dapat dilihat pada tabel 5.4. Berdasarkan tabel tersebut, dilakukan analisa sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan paku, mur, baut} &= \frac{14,2 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2.73 \text{ Kg} + 5 \text{ Kg}}{2} \\ &= 4,78 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Oli} &= \frac{14,2 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2 \text{ l} + 3.75 \text{ l}}{2} \\ &= 4,08 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berikut adalah rekapitulasi kebutuhan bekisting plat tiap lantai.

Tabel 5. 12: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting Plat tiap Lantai

Lantai	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
8-10	Multiplek	372	Lembar
	Meranti 6/12	272	Batang
	Meranti 5/7	688	Batang
	Paku baut mur	339.70	Kg
	Minyak oli	290.24	Liter
	Main Frame	286	buah
	Ladder Frame	286	buah
	Cross brace	412	buah
	Joint pin	572	buah
	Jack Base	572	buah
	U-head	572	buah

Lantai	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
9-14	Multiplek	373	Lembar
	Meranti 6/12	275	Batang
	Meranti 5/7	683	Batang
	Paku baut mur	342.09	Kg
	Minyak oli	292.27	Liter
	<i>Main Frame</i>	286	buah
	<i>Ladder Frame</i>	286	buah
	<i>Cross brace</i>	412	buah
	<i>Joint pin</i>	572	buah
	<i>Jack Base</i>	572	buah
	<i>U-head</i>	572	buah

B. Durasi Pekerjaan

Durasi bekisting dihitung dari total durasi menyetel, memasang, membongkar, dan mereparasi, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan bekisting plat zona 1 lantai 8.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

Untuk perhitungan durasi bekisting menggunakan tabel 2.4. Contoh perhitungan dilakukan pada zona 1 lantai 8, setelah dilakukan perhitungan luas bekisting, diketahui luas bekisting zona 1 lantai 7 adalah 194,69 m².

➤ Menyetel

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi menyetel bekisting balok adalah 5,5 jam (diambil rata-rata) tiap 10

m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{194,69}{\left(\frac{8}{5,5}x10\right)+\left(\frac{1}{5,5}x((10x\%) + (10x80\%) + (10x7\%))\right)} \\ &= 10,3 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Memasang

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi memasang bekisting balok adalah 3 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{194,69}{\left(\frac{8}{3}x10\right)+\left(\frac{1}{3}x((10x90\%) + (10x8\%) + (10x70\%))\right)} \\ &= 5,62 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Membongkar dan membersihkan

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi membongkar dan membersihkan bekisting balok 3 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{194,69}{\left(\frac{8}{3}x10\right)+\left(\frac{1}{3}x((10x90\%) + (10x80\%) + (10x70\%))\right)} \\ &= 5,62 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Reparasi

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi reparasi bekisting *shearwall* 3.5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{194,69}{\left(\frac{8}{3,5}x10\right)+\left(\frac{1}{3,5}x((10x90\%) + (10x80\%) + (10x70\%))\right)} \\ &= 6,55 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Pengolesan minyak

Berdasarkan buku Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan hal. 86, diketahui durasi pengolesan minyak pada bekisting *shearwall* adalah 0.5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{194,69}{\left(\frac{8}{0,5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{0,5} \times ((10\% + (10 \times 80\%) + (10 \times 70\%))\right)} \\ &= 0,94 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

Untuk pekerjaan bekisting memiliki tenaga kerja sebagai berikut:

- 2 mandor
- 2 Kepala tukang
- 18 tukang kayu untuk fabrikasi, 20 tukang kayu untuk pemasangan
- 18 pekerja terampil untuk fabrikasi, 20 pekerja terampil untuk pemasangan.

Untuk pekerjaan yang termasuk dalam fabrikasi adalah menyetel dan reparasi. Sedangkan, pekerjaan pemasangan terdiri dari memasang, membongkar dan membersihkan, serta pengolesan minyak.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Menyetel, $\frac{10,3}{40} = 0,26$ hari
- Memasang, $\frac{5,62}{44} = 0,13$ hari
- Membongkar dan membersihkan, $\frac{5,62}{44} = 0,13$ hari
- Reparasi, $\frac{6,55}{40} = 0,16$ hari
- Pengolesan minyak, $\frac{0,94}{44} = 0,02$ hari

Total durasi bekisting = 0,7 hari ~ 1 hari untuk 1 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Untuk perhitungan biaya material menggunakan contoh perhitungan biaya material bekisting plat lantai 8. Harga material bekisting berdasarkan survey harga adalah sebagai berikut:

- Multiplex = Rp 210.000,00/lembar
- Meranti 6/12 = Rp 80.000,00/batang
- Meranti 5/7 = Rp 39.000,00/batang
- Mur, baut, paku = Rp 17.000,00/Kg
- Minyak oli = Rp 2.700,00/liter

Dalam penggunaannya, bekisting dapat digunakan lebih dari sekali. Berdasarkan brosur penjualan, ditunjukkan bahwa penggunaannya maksimal adalah 8 kali pakai, dengan tambahan biaya reparasi tiap pemakaiannya.

Maka, dibuatlah metode penggunaan bekisting balok di setiap lantai dengan memperhatikan waktu bongkar bekisting tersebut. Berikut adalah analisa penggunaan bekisting balok tiap lantai.

Fabrikasi = Lantai 8, 9, dan 10

Reparasi = Lantai 11, 12, 13, dan 14

Pada lantai 11, bekisting yang digunakan adalah reparasi dari lantai 8, sedangkan pada lantai 12 adalah reparasi dari lantai 9, dan seterusnya.

Biaya reparasi menurut buku Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan adalah 10% dari biaya fabrikasi.

Setelah analisa, didapatkan kebutuhan bekisting untuk lantai 8 sebagai berikut:

- Multiplek = 372 lembar
- Meranti 6/12 = 272 batang
- Meranti 5/7 = 688 batang
- Mur, baut, paku = 339,7 Kg
- Oli = 290,24 Liter

Total biaya material:

$$\begin{aligned} \text{Biaya meranti} &= (372 \times 210.000) + (272 \times 80.000) + (688 \times 39.000) \\ &= \text{Rp } 126.712.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mur, baut, paku, dan oli} &= (339,7 \times 19.000) + (290,24 \times 8.500) \\ &= \text{Rp } 8.921.336,43 \end{aligned}$$

Maka total biaya material adalah Rp 135.633.336,43

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor	= Rp. 110.000,00
Kepala tukang	= Rp 109.200,00
Tukang	= Rp 108.800,00
Pekerja terampil	= Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 39 jam (30 jam kerja normal pada hari normal, 2 jam lembur pada hari normal, 6 jam normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

2 Kepala Tukang = 39 jam (30 jam kerja normal pada hari normal, 2 jam lembur pada hari normal, 6 jam normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Pekerja Fabrikasi

18 Tukang kayu = 15 jam (10 jam kerja normal pada hari normal, 2 jam lembur pada hari normal, 2 jam normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

18 Pekerja terampil = 15 jam 15 jam (10 jam kerja normal pada hari normal, 2 jam lembur pada hari normal, 2 jam normal pada hari sabtu, dan 1 jam lembur pada hari sabtu)

Pekerja Pemasangan

20 Tukang kayu = 24 jam (20 jam kerja normal pada hari normal, dan 4 jam normal pada hari sabtu)

20 Pekerja terampil = 24 jam (20 jam kerja normal pada hari normal, dan 4 jam normal pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned}
 2 \text{ Mandor} &= (2 \times 30 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times 1.5 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) \\
 &\quad + (2 \times 6 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times \\
 &\quad 3 \times \text{Rp } 13.750) \\
 &= \text{Rp } 1.333.750,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2 \text{ Kepala tukang} &= (2 \times 30 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times 1.5 \times \\
 &\quad \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\
 &\quad + (2 \times 6 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times \\
 &\quad 3 \times \text{Rp } 13.650)
 \end{aligned}$$

$$= \text{Rp } 1.324.050,00$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned} 18 \text{ Tukang kayu} &= (18 \times 10 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.600) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) + \\ &\quad (18 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 5.018.400,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 18 \text{ Pek. Terampil} &= (18 \times 10 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.550) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) + \\ &\quad (18 \times 1 \times 3 \times \text{Rp } 13.550) \\ &= \text{Rp } 4.999.950,00 \end{aligned}$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned} 20 \text{ Tukang kayu} &= (20 \times 20 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 4 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 7.616.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20 \text{ Pek. Terampil} &= ((20 \times 20 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 4 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550) \\ &= \text{Rp } 7.588.000,00 \end{aligned}$$

➤ Biaya Alat

Dalam penggunaan bekisting kolom, dibutuhkan sewa *main frame*, *ladder frame*, *cross brace*, *joint pin*, *jack base*, dan *u-head*. Sewa scaffolding tersebut dilakukan dalam jangka waktu bulan, sehingga terlebih dahulu hitung durasi penggunaan bekisting tersebut. Total jumlah sewa yang dibutuhkan untuk bekisting balok lantai 8-14 adalah:

- *Main frame* = 858 buah
- *Ladder frame* = 858 buah
- *Cross brace* = 1236 buah
- *Joint pin* = 1716 buah
- *Jack base* = 1716 buah

- *U-head* = 1716 buah

Kebutuhan diatas dapat digunakan hingga selesainya proyek karena penggunaannya dapat dilakukan berkali-kali. Untuk biaya sewa dari *scaffolding* tersebut adalah sebagai berikut

- *Main frame* = Rp 11.000,00/buah/bulan
- *Ladder frame* = Rp 6.000,00/buah/bulan
- *Cross brace* = Rp 8.500,00/buah/bulan
- *Joint pin* = Rp 5.000,00/buah/bulan
- *Jack base* = Rp 7.500,00/buah/bulan
- *U-head* = Rp 8.500,00/buah/bulan

Setelah di analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui bahwa durasi penggunaan bekisting plat adalah 59 hari atau karena sewa dilakukan per bulan, maka durasinya adalah 2 bulan, maka biaya sewa alat untuk *scaffolding* plat adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= (858 \times 2 \times 11.000) + (858 \times 2 \times 6.000) \\ &\quad + (1236 \times 2 \times 8.500) + (1716 \times 2 \times \\ &\quad 5.000) + (1716 \times 2 \times 7.500) + (1716 \times \\ &\quad 2 \times 8.500) \\ &= \text{Rp } 122.256.000,00 \end{aligned}$$

Sewa *scaffolding* balok dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan bekisting plat dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 122.256.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 15.282.000,00 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan bekisting plat lantai 8 adalah

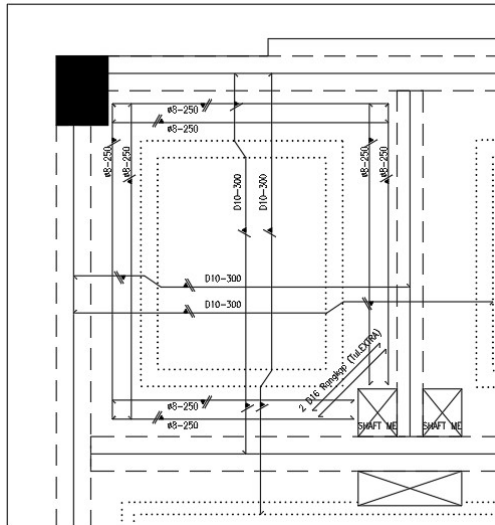
$$\text{Total biaya} = \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat}$$

= Rp 178.795.486,43

2. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Dalam perhitungan analisa bahan pada plat ini digunakan contoh pada pembesian plat di zona 1 lantai 8 as Js3-Js4 hingga Is3-Is4.



Gambar 5. 35: Gambar Tulangan Plat yang Ditinjau

➤ Perhitungan tulangan

Panjang tulangan pada plat bergantung pada segmen plat yang berada di sekitarnya untuk penyaluran tulangan plat. Berikut adalah perhitungan kebutuhan tulangan pada plat yang ditinjau:

- Tulangan tumpuan diameter 8.

Dalam perhitungan tulangan tumpuan plat dibagi menjadi tulangan horizontal dan vertikal sebagai berikut.

- Tulangan tumpuan plat horizontal.

Pada tulangan tumpuan horizontal ini digunakan tulangan diameter 8. Tulangan horizontal dibedakan menjadi tulangan yang tidak berada pada sisi opening (a) dan tulangan yang berada pada sisi opening (b), berikut adalah perhitungannya

$$\begin{aligned} \text{Panjang (a)} &= (3,2 \text{ m} + (2 \times 0,05 \text{ m})) \times 4 \\ &= 13,2 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang (b)} &= (2,8 \text{ m} + (2 \times 0,05 \text{ m})) \times 4 \\ &= 11,6 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tulangan tumpuan plat vertikal.

Pada tulangan tumpuan vertikal ini digunakan tulangan diameter 8. Tulangan vertikal dibedakan menjadi tulangan yang tidak berada pada sisi opening (c) dan tulangan yang berada pada sisi opening (d), berikut adalah perhitungannya

$$\begin{aligned} \text{Panjang (c)} &= (3,65 \text{ m} + (2 \times 0,05 \text{ m})) \times 4 \\ &= 15 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang (d)} &= (3,25 \text{ m} + (2 \times 0,05 \text{ m})) \times 4 \\ &= 20,1 \text{ m} \end{aligned}$$

Maka, total panjang tulangan diameter 8 adalah 59,9 m.

- Kebutuhan tulangan diameter 8

$$1 \text{ lonjor tulangan} = 12 \text{ m}$$

$$\frac{59,9 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 4,99 \text{ lonjor} \sim 5 \text{ lonjor}$$

- Tulangan lapangan diameter 10.

Dalam perhitungan tulangan lapangan dibagi menjadi vertikal dan horizontal. Untuk perhitungan tulangan

lapangan, perlu diperhatikan plat yang berada di sekitarnya.

Pada plat yang ditinjau, yang harus diperhatikan adalah plat bagian kanan dan bawah.

- Plat ditinjau:

$$L_x = 3,9 \text{ m}$$

$$L_y = 4,4 \text{ m}$$

- Plat kanan:

$$L_{x_k} = 3,85 \text{ m}$$

$$L_{y_k} = 4,4 \text{ m}$$

- Plat bawah:

$$L_{x_b} = 2,8 \text{ m}$$

$$L_{y_b} = 7,75 \text{ m}$$

Berdasarkan data diatas, dapat dihitung panjang tulangan lapangan baik horizontal maupun vertikal sebagai berikut:

- Tulangan lapangan plat horizontal.

Pada tulangan lapangan horizontal ini digunakan tulangan diameter 10. Pada plat yang ditinjau, tulangan horizontal dibagi menjadi tulangan as ke as (a) dan tulangan yang menerus ke plat bagian kanan (b).

- Tulangan (a)

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= L_x \\ &= 3,9 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\text{Bengkokan} = 0,234 \text{ m}$$

$$\text{Kait} = 0,05 \text{ m}$$

$$\text{Jumlah tulangan} = 9$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang total} &= (3,9 \text{ m} + 0,234 \text{ m} + (2 \times 0,05 \\ &\text{m})) \times 9 \\ &= 38,11 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tulangan (b)

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= L_x + (\frac{1}{4} \times L_{x_k}) \\ &= 3,9 \text{ m} + (\frac{1}{4} \times 3,85 \text{ m}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 4,86 \text{ m} \\
 \text{Bengkakan} &= 0,234 \text{ m} \\
 \text{Kait} &= 0,05 \text{ m} \\
 \text{Jumlah tulangan} &= 9 \\
 \text{Panjang total} &= (3,9 \text{ m} + 0,234 \text{ m} + (2 \times 0,05 \text{ m})) \times 9 \\
 &= 46,77 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tulangan lapangan plat vertikal.

Pada tulangan lapangan vertikal ini digunakan tulangan diameter 10. Pada plat yang ditinjau, tulangan vertikal dibagi menjadi tulangan as ke as (a) dan tulangan yang menerus ke plat bagian kanan (b).

- Tulangan (a)

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= L_y \\
 &= 4,4 \text{ m} \\
 \text{Bengkakan} &= 0,234 \text{ m} \\
 \text{Kait} &= 0,05 \text{ m} \\
 \text{Jumlah tulangan} &= 7 \\
 \text{Panjang total} &= (4,4 \text{ m} + 0,234 \text{ m} + (2 \times 0,05 \text{ m})) \times 7 \\
 &= 33,14 \text{ m}
 \end{aligned}$$

- Tulangan (b)

$$\begin{aligned}
 \text{Panjang} &= L_y + (\frac{1}{4} \times L_{x_b}) \\
 &= 3,9 \text{ m} + (\frac{1}{4} \times 2,8 \text{ m}) \\
 &= 5,1 \text{ m} \\
 \text{Bengkakan} &= 0,234 \text{ m} \\
 \text{Kait} &= 0,05 \text{ m} \\
 \text{Jumlah tulangan} &= 7 \\
 \text{Panjang total} &= (5,1 \text{ m} + 0,234 \text{ m} + (2 \times 0,05 \text{ m})) \times 7 \\
 &= 38,04 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Maka, total panjang tulangan diameter 10 adalah 156,06 m.

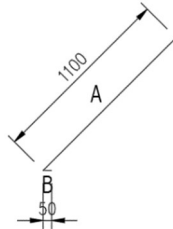
- Kebutuhan tulangan diameter 10

1 lonjor tulangan = 12 m

$$\frac{156,06 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 13 \text{ lonjor}$$

- Tulangan ekstra diameter 16.

Tulangan ekstra pada plat dipasang di sisi opening plat dengan pemasangan 2 D16 dipasang rangkap. Untuk perhitungan ukuran tulangan ekstra pada plat digunakan gambar bestat.



Gambar 5. 36: Gambar Tulangan Ekstra pada Plat

- Perhitungan panjang tulangan ekstra

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= (1,1 \text{ m} + (2 \times 0,5 \text{ m})) \times 4 \\ &= 4,8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kebutuhan tulangan diameter 10

1 lonjor tulangan = 12 m

$$\frac{4,8 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 0,4 \text{ lonjor} \sim 1 \text{ lonjor}$$

Berikut adalah rekapitulasi kebutuhan tulangan plat tiap lantai:

Tabel 5. 13: Rekapitulasi Kebutuhan Tulangan Plat tiap Lantai

Lantai	Diameter	Kebutuhan per lonjor	Berat (Kg)
7-14	8	315	1493.1
	10	1025	7589.1
	16	33	625.68

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan serta pemasangan tulangan, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan pembesian zona 1 lantai 8.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

➤ Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam oleh satu orang pekerja dalam durasi normal, apabila dilakukan lembur dalam 3 jam maka produktivitas menurun 10% tiap jam.

Contoh perhitungan diambil dari pembesian plat lantai 8 zona 1 dengan data sebagai berikut:

D8 = 252 buah potongan

D10 = 521 buah potongan

D16 = 40 buah potongan

Durasi pemotongan:

$$D8 = \frac{252}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 9\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,48 \text{ hari}$$

$$D10 = \frac{521}{\left(\frac{8}{2} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 9\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 7\%))\right)}$$

$$= 1 \text{ hari}$$

$$D16 = \frac{40}{\left(\frac{8}{2} \times 10\right) + \left(\frac{1}{2} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,08 \text{ hari}$$

Total durasi pemotongan = 1,56 hari

➤ Pembengkokan

Untuk perhitungan pembengkokan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi pembengkokan tiap 100 buah bengkakan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

$$D8 = 1,15 \text{ jam}$$

$$D10 = 1,15 \text{ jam}$$

$$D16 = 1,5 \text{ jam}$$

Sedangkan data bengkakan tiap diameter adalah sebagai berikut

$$D8 = 0 \text{ bengkakan}$$

$$D10 = 1042 \text{ bengkakan}$$

$$D16 = 0 \text{ bengkakan}$$

Durasi Pembengkokan

$$D8 = 0$$

$$D10 = \frac{1042}{\left(\frac{8}{1,15} \times 10\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 1,15 \text{ hari}$$

$$D16 = 0$$

Total durasi pembengkokan adalah 1,15 hari

➤ Kaitan

Untuk perhitungan kaitan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi kaitan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

$$D8 = 1,85 \text{ jam}$$

$$D10 = 1,85 \text{ jam}$$

$$D16 = 2,3 \text{ jam}$$

Sedangkan data kaitan tiap diameter adalah sebagai berikut:

$$D8 = 504 \text{ kaitan}$$

$$D10 = 1042 \text{ kaitan}$$

$$D16 = 80 \text{ kaitan}$$

Durasi kaitan:

$$D8 = \frac{504}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,9 \text{ hari}$$

$$D10 = \frac{1042}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 1,85 \text{ hari}$$

$$D16 = \frac{80}{\left(\frac{8}{2,3} \times 100\right) + \left(\frac{1}{2,3} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,18 \text{ hari}$$

Total durasi kaitan adalah 2,93 hari

➤ Pemasangan

Untuk perhitungan pemasangan digunakan tabel 2.3, dimana diketahui durasi pemasangan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

- Panjang kurang dari 3 m
 - D8 = 4,75 jam
 - D10 = 4,75 jam
 - D16 = 5,75 jam
- Panjang 3 - 6 m
 - D8 = 6 jam
 - D10 = 6 jam
 - D16 = 7,25 jam
- Panjang 6 - 9 m
 - D8 = 7 jam
 - D10 = 7 jam
 - D16 = 8,25 jam

Sedangkan data untuk jumlah tulangan dengan panjang tersebut adalah sebagai berikut:

- Panjang kurang dari 3 m
 - D8 = 94 buah
 - D10 = 58 buah
 - D16 = 32 buah

- Panjang 3 - 6 m
D8 = 158 buah
D10 = 437 buah
D16 = 8 buah
- Panjang 6 - 9 m
D8 = 0 buah
D10 = 26 buah
D16 = 0 buah

Durasi pemasangan:

- Panjang kurang dari 3 m

D8=

$$\frac{94}{\left(\frac{8}{4,75} \times 100\right) + \left(\frac{1}{4,75} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,43 \text{ hari}$$

D10=

$$\frac{58}{\left(\frac{8}{4,75} \times 100\right) + \left(\frac{1}{4,75} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,26 \text{ hari}$$

D16=

$$\frac{32}{\left(\frac{8}{5,75} \times 100\right) + \left(\frac{1}{5,75} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,18 \text{ hari}$$

- Panjang 3 - 6 m

D8=

$$\frac{158}{\left(\frac{8}{6} \times 100\right) + \left(\frac{1}{6} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,91$$

D13 =

$$\frac{437}{\left(\frac{8}{6} \times 100\right) + \left(\frac{1}{6} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 2,52 \text{ hari}$$

$$D19 = \frac{8}{\left(\frac{8}{7,25} \times 100\right) + \left(\frac{1}{7,25} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times \%) + (100 \times \%))\right)}$$

$$= 0,06 \text{ hari}$$

- Panjang 6 - 9 m

$$D8 = 0$$

$$D10 =$$

$$\frac{26}{\left(\frac{8}{7} \times 100\right) + \left(\frac{1}{7} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,18 \text{ hari}$$

$$D16 = 0$$

Total durasi pemasangan tulangan kolom zona 1 adalah 4,53 hari.

Untuk pekerjaan pembesian memiliki tenaga kerja senagai berikut:

- 2 mandor
- 4 Kepala tukang
- 18 tukang besi untuk fabrikasi, 18 tukang besi untuk pemasangan
- 18 pekerja terampil untuk fabrikasi, 18 pekerja terampil untuk pemasangan.

Pekerjaan yang termasuk fabrikasi adalah pemotongan dan bengkokan serta kait, untuk pekerjaan pemasangan adalah pekerjaan pemasangan.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Pemotongan, $\frac{1,56}{42} = 0,04 \text{ hari}$

- Bengkokan dan kait, $\frac{4,08}{42} = 0,1 \text{ hari}$

$$- \text{ Pemasangan, } \frac{4,53}{42} = 0,11 \text{ hari}$$

Total durasi penulangan = 0,24 hari ~ 1 hari untuk 1 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Harga besi berdasarkan Sarana Metal Jayatama, untuk tulangan D8 harganya adalah Rp 9.300,00, sedangkan untuk D10, dan D16 adalah Rp 9.600,00/Kg, dan harga bendrat adalah Rp 12.000,00.

Volume besi plat lantai 8 adalah sebagai berikut:

$$\text{D8} = 1493,1 \text{ Kg}$$

$$\text{D10} = 7589,1 \text{ Kg}$$

$$\text{D16} = 625,68 \text{ Kg}$$

$$\text{Bendrat} = 970,79 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Total biaya besi} &= (1493,1 \times 9.300) + ((7589,1 + \\ & 625,68) \times 9.600) + (970,79 \times \\ & 12.000) \\ &= \text{Rp } 104.397.174,00 \end{aligned}$$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

$$\text{Mandor} = \text{Rp } 110.000,00$$

$$\text{Kepala tukang} = \text{Rp } 109.200,00$$

$$\text{Tukang} = \text{Rp } 108.800,00$$

$$\text{Pekerja terampil} = \text{Rp } 108.400,00$$

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1,5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 17 jam (11 jam kerja normal pada hari normal, dan 6 jam lembur pada hari normal)

4 Kepala Tukang = 17 jam (11 jam kerja normal pada hari normal, dan 6 jam lembur pada hari normal)

Pekerja Fabrikasi

18 Tukang besi = 8 jam (5 jam kerja normal, 3 jam lembur)

18 Pekerja terampil = 8 jam (5 jam kerja normal, 3 jam lembur)

Pekerja Pemasangan

18 Tukang besi = 9 jam (6 jam kerja normal, 3 jam lembur)

18 Pekerja terampil = 9 jam (6 jam kerja normal, 3 jam lembur)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned} 2 \text{ Mandor} &= (2 \times 11 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 2 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.750) + (2 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) \\ &= \text{Rp } 618.750,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Kepala tukang} &= (2 \times 11 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 2 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.650) + (2 \times 4 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\ &= \text{Rp } 1.228.500,00 \end{aligned}$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned} 18 \text{ Tukang besi} &= (18 \times 5 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.600) \\ &= \text{Rp } 2.570.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Pek. Terampil} &= (18 \times 5 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.550) \\
 &= \text{Rp } 2.560.950,00
 \end{aligned}$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Tukang besi} &= (18 \times 6 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.600) \\
 &= \text{Rp } 2.815.200,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Pek. Terampil} &= (18 \times 6 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.600) \\
 &= \text{Rp } 2.804.850,00
 \end{aligned}$$

➤ **Biaya Alat**

Dalam fabrikasi pembesian dibutuhkan *Bar cutter* dan *bar bender*, harga sewa keduanya adalah Rp 7.000.000,00/bulan. Pekerjaan fabrikasi balok, plat, dan tangga menggunakan 2 grup pekerja dengan 4 buah *bar cutter* dan *bar bender*.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi total fabrikasi besi balok, plat, dan tangga adalah 27 hari, karena biaya sewa *bar cutter* dan *bar bender* terhitung per bulan, maka dibulatkan menjadi 1 bulan.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 1 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000 \\
 &= \text{Rp } 28.000.000,00
 \end{aligned}$$

Karena digunakan untuk 3 item pekerjaan yaitu balok, plat, dan tangga maka biaya sewa tiap pekerjaan adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa tiap pekerjaan} &= \frac{\text{Rp } 28.000.000,00}{3} \\
 &= \text{Rp } 9.333.333,33
 \end{aligned}$$

Sewa *Bar Cutter* dan *Bar Bender* dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan plat dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 9.333.333,33}{8} \\ &= \text{Rp } 1.166.666,67 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pembesian plat lantai 8 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 118.162.490,67 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran plat, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-300. Volume pengecoran plat dihitung dari dimensi plat dikalikan dengan tebal plat tersebut. Berikut akan diberikan contoh perhitungan plat pada zona 1 lantai 8 as Js3-Js4 hingga Is3-Is4. Berikut adalah perhitungan volume balok yang ditinjau.

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 3,55 \text{ m} \times 4 \text{ m} \times 0,13 \text{ m} \\ &= 1,846 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

Hitung berat tulangan pada plat yang ditinjau adalah sebagai berikut

$$\text{Berat D8} = 23,66 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat D10} = 96,29 \text{ Kg}$$

$$\text{Berat D16} = 7,58 \text{ Kg}$$

Maka, volume bersih beton yang diperlukan adalah

$$\begin{aligned} \text{Volume bersih} &= 1,846 \text{ m}^3 - \frac{(23,66+9,29+7,58)\text{Kg}}{7850 \text{ Kg/m}^3} \\ &= 1,829 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Durasi Pekerjaan

Dalam pekerjaan pengecoran ini, perhitungan durasi pengecoran kolom dihitung dengan menggunakan durasi *tower crane*. Untuk pekerjaan pengecoran, alat yang digunakan adalah:

- 2 *Tower Crane*
- 2 *Concrete Vibrator*
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Perhitungan produktivitas *tower crane* akan dijelaskan di bagian perhitungan *tower crane*. Berdasarkan hasil analisa tersebut, durasi untuk pengecoran plat lantai 8 adalah 15,6 Jam.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Material yang digunakan adalah beton *readymix* dengan mutu K-300, dengan harga Rp 700.000,00/m³ (PT. Varia Usaha Beton)

Untuk contoh perhitungan digunakan perhitungan untuk pengecoran balok lantai 8. Berdasarkan perhitungan volume, diperoleh volume total pengecoran balok lantai 8 adalah 160,143 m³. Maka, biaya material untuk pengecoran adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya} &= 160,143 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 700.000,00 \\ &= \text{Rp } 112.110.168,36 \end{aligned}$$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Mandor} &= \text{Rp } 110.000,00 \\ \text{Kepala tukang} &= \text{Rp } 109.200,00 \end{aligned}$$

Tukang = Rp 108.800,00
 Pekerja terampil = Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$

Untuk pekerjaan pengecoran, terdapat 2 *tower crane* yang akan digunakan, dengan rincian pekerja sebagai berikut:

1 mandor

1 kepala tukang

10 tukang cor untuk melayani TC 1

10 pekerja terampil untuk melayani TC 1

10 tukang cor untuk melayani TC 2

10 pekerja terampil untuk melayani TC 2

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

1 Mandor = 16 jam (13 jam kerja normal, 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

1 Kepala Tukang = 16 jam (13 jam kerja normal, 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

Pekerja TC 1

10 Tukang cor = 16 jam (13 jam kerja normal, 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

10 Pekerja terampil = 16 jam (13 jam kerja normal, 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

Pekerja TC 2

10 Tukang cor = 16 jam (13 jam kerja normal, 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

10 Pekerja terampil = 16 jam (13 jam kerja normal, 3 jam kerja normal pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned} 1 \text{ Mandor} &= (1 \times 13 \times \text{Rp } 13.750) + (1 \times 3 \times 2 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.750) \\ &= \text{Rp } 288.750,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ Kepala tukang} &= (1 \times 13 \times \text{Rp } 13.650) + (1 \times 3 \times 2 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.650) \\ &= \text{Rp } 286.650,00 \end{aligned}$$

TC 1:

$$\begin{aligned} 10 \text{ Tukang cor} &= (10 \times 13 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 3 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 2.584.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10 \text{ Pek. Terampil} &= (10 \times 13 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 3 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550) \\ &= \text{Rp } 2.574.500,00 \end{aligned}$$

TC 2:

$$\begin{aligned} 10 \text{ Tukang cor} &= (10 \times 13 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 3 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 2.856.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 10 \text{ Pek. Terampil} &= ((10 \times 13 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 3 \times 2 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550)) \\ &= \text{Rp } 2.845.500,00 \end{aligned}$$

➤ Biaya Alat

Pekerjaan pengecoran menggunakan alat sebagai berikut:

- 2 *Tower Crane*

- 4 *Concrete Vibrator* (2 buah untuk melayani TC 1 dan 2 buah untuk melayani TC 2)
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Biaya sewa alat tersebut adalah sebagai berikut:

- *Tower Crane* = Rp 78.000.000,00/bulan
- *Concrete Vibrator* = Rp 288.000,00/hari
- *Compressor* = Rp 7.000.000,00/bulan
- *Bucket* = Rp 4.000.000,00/set

Untuk biaya *tower crane* akan dibahas pada sub-bab tersendiri.

- *Concrete Vibrator*

Biaya sewa *concrete vibrator*, dihitung dalam durasi hari. Berdasarkan analisa durasi, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 48 \text{ hari} \times \text{Rp } 288.000,00 \\ &= \text{Rp } 55.296.000,00 \end{aligned}$$

Vibrator tersebut akan digunakan untuk pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat, dan tangga, maka biaya *vibrator* untuk pekerjaan kolom adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 55.296.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 11.059.200,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 11.059.200,00}{8} \\ &= \text{Rp } 1.382.400,00 \end{aligned}$$

- *Compressor*

Sama halnya dengan *concrete vibrator*, sewa *compressor* juga dihitung dalam durasi bulan. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 1 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 14.000.000,00 \end{aligned}$$

Compressor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *compressor* untuk pekerjaan plat adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 14.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 2.800.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 2.800.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 350.000,00 \end{aligned}$$

- *Bucket Cor*

Sama halnya dengan alat lainnya, sewa *bucket cor* juga dihitung dalam durasi bulan. Karena terdapat 2 *tower crane*, maka dibutuhkan 2 *bucket cor* pula. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= 2 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 4.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 16.000.000,00 \end{aligned}$$

Bucket cor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *bucket cor* untuk pekerjaan plat adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 16.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 3.200.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 3.200.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 400.000,00 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pengecoran plat lantai 8 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 125.667.968,36 \end{aligned}$$

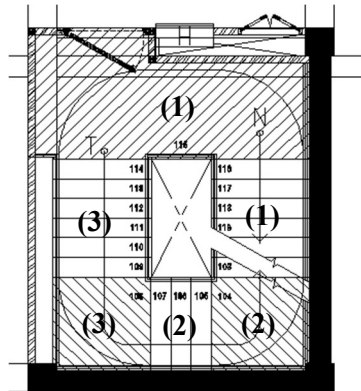
5.4.6 Perhitungan Tangga

Pada pekerjaan tangga ini, perhitungan dibagi menjadi beberapa pekerjaan yaitu pembesian, bekisting, dan pengecoran.

1. Pekerjaan Bekisting
 - A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan bekisting tangga, digunakan multiplek ukuran 1,22 x 2,44 x 0.012, kayu meranti 6/12 dengan panjang 4 m tiap batang, dan kayu meranti 5/7 dengan panjang 4 m tiap batang, selain itu untuk perancah dibutuhkan pipa *support*, dan *U-head*.

Untuk perhitungan kebutuhan bekisting tangga, digunakan contoh perhitungan pada tangga di zona 1. Berikut gambar pada tangga yang akan ditinjau



Gambar 5. 37: Gambar Tangga yang Ditinjau

Perhitungan bekisting tangga dibagi menjadi 3 bagian. Pada bagian yang diarsir menunjukkan bagian bordes tangga. Untuk memudahkan perhitungan, bordes tangga diberi nama sesuai pada gambar 5.32 yaitu bordes 1, bordes 2, dan bordes 3.

Pada bagian yang tidak diarsir adalah bagian plat tangga, dan anak tangga. Untuk memudahkan perhitungan, plat tangga dan anak tangga diberi nama seperti pada gambar 5.32.

- Kebutuhan Multiplek

• Pada bordes

Untuk perhitungan pada bordes diambil contoh pada bordes 1.

$$\begin{aligned}\text{Luas bordes 1} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 4 \text{ m} \times 1,9 \text{ m} \\ &= 7,52 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, diperoleh luas bordes 2 dan 3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Luas bordes 2} &= 1,82 \text{ m}^2 \\ \text{Luas bordes 3} &= 1,82 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Untuk perhitungan pembatas samping pada bekisting bordes tangga adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned}\text{Luas samping} &= \text{panjang} \times \text{tinggi} \\ &= 4 \text{ m} \times 0,2 \text{ m} \\ &= 0,8 \text{ m}^2\end{aligned}$$

• Pada plat tangga

Untuk perhitungan pada plat tangga diambil contoh pada plat tangga 1.

$$\begin{aligned}\text{Luas plat tangga 1} &= \text{panjang} \times \text{lebar} \\ &= 2 \text{ m} \times 1,36 \text{ m} \\ &= 2,72 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Dengan cara yang sama, diperoleh luas plat tangga 2 dan 3 sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Luas plat tangga 2} &= 1,43 \text{ m}^2 \\ \text{Luas plat tangga 3} &= 2,8 \text{ m}^2\end{aligned}$$

Untuk perhitungan pembatas samping pada bekisting bordes tangga adalah sebagai berikut

$$\text{Luas samping} = \text{panjang} \times \text{tinggi}$$

$$= 5 \text{ m} \times 0,35 \text{ m}$$

$$= 1,75 \text{ m}^2$$

- Pada anak tangga

Untuk perhitungan pada anak tangga diambil contoh pada anak tangga 1.

$$\text{Luas anak tangga 1} = \text{lebar} \times \text{tinggi} \times \text{jumlah anak tangga}$$

$$= 1,36 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 6$$

$$= 1,47 \text{ m}^2$$

Dengan cara yang sama, diperoleh luas plat tangga 2 dan 3 sebagai berikut:

$$\text{Luas plat tangga 2} = 0,72 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas plat tangga 3} = 1,47 \text{ m}^2$$

Berdasarkan perhitungan luas diatas, maka diperoleh luas total plat tangga adalah $24,17 \text{ m}^2$

$$\text{Kebutuhan multiplex (lembar)} = \frac{24,17 \text{ m}^2}{1,22 \text{ m} \times 2,44 \text{ m}}$$

$$= 8,12 \text{ lembar} \sim 9 \text{ lembar}$$

- Kebutuhan kayu 5/7

Contoh pada perhitungan kayu 5/7 di bordes 1, kayu 5/7 dipasang pada sisi memanjang dengan jarak 0,4 m. Maka, kebutuhan kayu 5/7 adalah

$$\text{Kebutuhan batang} = \frac{4 \text{ m}}{0,4 \text{ m}}$$

$$= 10 \text{ batang}$$

$$\text{Panjang tiap batang} = 1,9 \text{ m}$$

$$\text{Total kebutuhan 5/7} = \frac{1,9 \text{ m}}{4 \text{ m}}$$

$$= 0,475 \text{ batang} \sim 2 \text{ buah/batang}$$

$$= \frac{1}{2} \times 10$$

$$= 5 \text{ batang}$$

- Kebutuhan kayu 6/12

Kayu 6/12 dipasang memanjang diatas *scaffolding* dan menopang kayu 5/7. Panjang gelagar mengikuti sisi panjang plat. Jarak kayu 6/12 adalah 60 cm, contoh dilakukan perhitungan pada bordes 1

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan batang} &= \frac{1,9 \text{ m}}{0,6 \text{ m}} \\ &= 3,167 \text{ batang} \sim 4 \text{ batang} \end{aligned}$$

$$\text{Panjang tiap batang} = 4 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Total kebutuhan 6/12} &= \frac{4 \text{ m}}{4 \text{ m}} \\ &= 1 \text{ batang} \times 4 \\ &= 4 \text{ batang} \end{aligned}$$

- Kebutuhan Pipa *Support* dan *U-head*

Pipa *support* dipasang pada kayu 6/12 dengan jarak 1 m antar pipa *support*nya. Contoh dilakukan perhitungan pada bordes 1, maka diperoleh

$$\begin{aligned} \text{Pipa support} &= \frac{4 \text{ m}}{1 \text{ m}} \times 4 \\ &= 16 \text{ buah} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah } u\text{-head} &= \text{Jumlah Pipa Support} \\ &= 16 \text{ buah} \end{aligned}$$

- Kebutuhan paku, mur, baut, dan oli

Kebutuhan paku, mur dan baut dapat dilihat pada tabel 5.4. Berdasarkan tabel tersebut, dilakukan analisa pada tangga zona 1 sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan paku, mur, baut} &= \frac{24,17 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2.73 \text{ Kg} + 5 \text{ Kg}}{2} \\ &= 12,09 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Oli} &= \frac{14,2 \text{ m}^2}{10 \text{ m}^2} \times \frac{2 \text{ l} + 3.75 \text{ l}}{2} \\ &= 6,95 \text{ liter} \end{aligned}$$

Berikut adalah rekapitulasi kebutuhan bekisting tangga tiap lantai.

Tabel 5. 14: Rekapitulasi Kebutuhan Bekisting Plat tiap Lantai

Lantai	Kebutuhan	Jumlah	Satuan
6-13	Multiplek	34	Lembar
	Meranti 6/12	28	Batang
	Meranti 5/7	52	Batang
	Paku, baut, mur	47.93	Kg
	Oli	27.56	Liter
	Pipa support	184	buah
	U-head	184	buah

B. Durasi Pekerjaan

Durasi bekisting dihitung dari total durasi menyetel, memasang, membongkar, dan mereparasi, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan bekisting tangga zona 1 lantai 7-8.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

Untuk perhitungan durasi bekisting menggunakan tabel 2.4. Contoh perhitungan dilakukan pada zona 1 lantai 7-8, setelah dilakukan perhitungan luas bekisting, diketahui luas bekisting zona 1 lantai 7-8 adalah 24,17 m².

➤ Menyetel

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi menyetel bekisting tangga adalah 9 jam (diambil rata-rata) tiap 10

m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{24,17}{\left(\frac{8}{9}x10\right) + \left(\frac{1}{9}x((10x90\%) + (10x80\%) + (10x70\%))\right)} \\ &= 2,09 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Memasang

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi memasang bekisting tangga adalah 6 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{24,17}{\left(\frac{8}{6}x10\right) + \left(\frac{1}{6}x((10x90\%) + (10x80\%) + (10x70\%))\right)} \\ &= 1,39 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Membongkar dan membersihkan

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi membongkar dan membersihkan bekisting tangga adalah 4 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{24,17}{\left(\frac{8}{4}x10\right) + \left(\frac{1}{4}x((10x90\%) + (10x80\%) + (10x70\%))\right)} \\ &= 0,93 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

➤ Reparasi

Berdasarkan tabel 2.4, diketahui durasi reparasi bekisting tangga 3.5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m² apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{24,17}{\left(\frac{8}{3,5}x10\right) + \left(\frac{1}{3,5}x((10x90\%) + (10x80\%) + (10x70\%))\right)} \end{aligned}$$

$$= 0,81 \text{ hari/pekerja}$$

➤ Pengolesan minyak

Berdasarkan buku Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan hal. 86, diketahui durasi pengolesan minyak pada bekisting tangga adalah 0.5 jam (diambil rata-rata) tiap 10 m^2 apabila bekerja pada jam normal, dan berkurang 10% tiap jam dengan tambahan kerja lembur.

$$\begin{aligned} \text{Durasi} &= \frac{24,17}{\left(\frac{8}{0,5} \times 10\right) + \left(\frac{1}{0,5} \times ((10 \times 90\%) + (10 \times 8\%) + (10 \times 7\%))\right)} \\ &= 0,12 \text{ hari/pekerja} \end{aligned}$$

Untuk pekerjaan bekisting memiliki tenaga kerja sebagai berikut:

- 2 mandor
- 2 Kepala tukang
- 18 tukang kayu untuk fabrikasi, 20 tukang kayu untuk pemasangan
- 18 pekerja terampil untuk fabrikasi, 20 pekerja terampil untuk pemasangan.

Untuk pekerjaan yang termasuk dalam fabrikasi adalah menyetel dan reparasi. Sedangkan, pekerjaan pemasangan terdiri dari memasang, membongkar dan membersihkan, serta pengolesan minyak.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Menyetel, $\frac{2,092}{40} = 0,052$ hari
- Memasang, $\frac{1,395}{44} = 0,032$ hari
- Membongkar dan membersihkan, $\frac{0,93}{44} = 0,021$ hari

- Reparasi, $\frac{0,813}{40} = 0,020$ hari
- Pengolesan minyak, $\frac{0,116}{44} = 0,003$ hari

Total durasi bekisting = 0,128 hari ~ 1 hari untuk 2 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Untuk perhitungan biaya material menggunakan contoh perhitungan biaya material bekisting plat lantai 8. Harga material bekisting berdasarkan survey harga adalah sebagai berikut:

- Multiplek = Rp 210.000,00/lembar
- Meranti 6/12 = Rp 80.000,00/batang
- Meranti 5/7 = Rp 39.000,00/batang
- Mur, baut, paku = Rp 17.000,00/Kg
- Minyak oli = Rp 2.700,00/liter

Dalam penggunaannya, bekisting dapat digunakan lebih dari sekali. Berdasarkan brosur penjualan, ditunjukkan bahwa penggunaannya maksimal adalah 8 kali pakai, dengan tambahan biaya reparasi tiap pemakaiannya.

Maka, dibuatlah metode penggunaan bekisting balok di setiap lantai dengan memperhatikan waktu bongkar bekisting tersebut. Berikut adalah analisa penggunaan bekisting balok tiap lantai.

Fabrikasi = Lantai 8, 9, dan 10

Reparasi = Lantai 11, 12, 13, dan 14

Pada lantai 11, bekisting yang digunakan adalah reparasi dari lantai 8, sedangkan pada lantai 12 adalah reparasi dari lantai 9, dan seterusnya.

Biaya reparasi menurut buku Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan adalah 10% dari biaya fabrikasi.

Setelah analisa, didapatkan kebutuhan bekisting untuk lantai 8 sebagai berikut:

- Multiplek = 34 lembar
- Meranti 6/12 = 28 batang
- Meranti 5/7 = 52 batang
- Mur, baut, paku = 47,93 Kg
- Oli = 27,56 Liter

Total biaya material:

$$\begin{aligned} \text{Biaya meranti} &= (34 \times 210.000) + (28 \times 80.000) \\ &\quad + (52 \times 39.000) \\ &= \text{Rp } 11.408.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Mur, baut, paku, dan oli} &= (47,93 \times 17.000) + (27,56 \times \\ &\quad 2.700) \\ &= \text{Rp } 1.144.884,88 \end{aligned}$$

Maka total biaya material adalah Rp 12.552.884,88

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

- Mandor = Rp 110.000,00
- Kepala tukang = Rp 109.200,00
- Tukang = Rp 108.800,00
- Pekerja terampil = Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 7 jam (5 jam kerja normal pada hari normal, 2 jam lembur pada hari normal)

2 Kepala Tukang = 7 jam (5 jam kerja normal pada hari normal, 2 jam lembur pada hari normal)

Pekerja Fabrikasi

18 Tukang kayu = 3 jam (2 jam kerja normal, 1 jam lembur)

18 Pekerja terampil = 3 jam (2 jam kerja normal, 1 jam lembur)

Pekerja Pemasangan

20 Tukang kayu = 4 jam (3 jam kerja normal pada hari normal, 1 jam lembur pada hari normal)

20 Pekerja terampil (pemasangan) = 4 jam (3 jam kerja normal pada hari normal, 1 jam lembur pada hari normal)

Maka, upah pekerja adalah

2 Mandor = $(2 \times 5 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times 1.5 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.750)$
= Rp 233.750,00

2 Kepala tukang = $(2 \times 5 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times 1.5 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.650)$
= Rp 232.050,00

Fabrikasi:

18 Tukang kayu = $(18 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \times \text{Rp } 13.600)$
= Rp 856.800,00

18 Pek. Terampil = $(18 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 1.5 \times \text{Rp } 13.550)$

$$= \text{Rp } 853.650,00$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned} 20 \text{ Tukang kayu} &= (20 \times 3 \times \text{Rp } 13.600) + (20 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 1.224.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 20 \text{ Pek. Terampil} &= (20 \times 3 \times \text{Rp } 13.550) + (20 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.550) \\ &= \text{Rp } 1.219.500,00 \end{aligned}$$

➤ Biaya Alat

Dalam penggunaan bekisting kolom, dibutuhkan sewa *main frame, ladder frame, cross brace, joint pin, jack base, dan u-head*. Sewa scaffolding tersebut dilakukan dalam jangka waktu bulan, sehingga terlebih dahulu hitung durasi penggunaan bekisting tersebut. Total jumlah sewa yang dibutuhkan untuk bekisting tangga lantai 6-13 adalah:

- Pipa *Support* = 552 buah
- *U-head* = 552 buah

Kebutuhan diatas dapat digunakan hingga selesainya proyek karena penggunaannya dapat dilakukan berkali-kali. Untuk biaya sewa dari *scaffolding* tersebut adalah sebagai berikut

- *Main frame* = Rp 30.000,00/buah/bulan
- *U-head* = Rp 8.500,00/buah/bulan

Setelah di analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui bahwa durasi penggunaan bekisting tangga adalah 59 hari atau karena sewa dilakukan per bulan, maka durasinya adalah 2 bulan, maka biaya sewa alat untuk *scaffolding* tangga adalah:

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= (552 \times 2 \times 30.000) + (552 \times 2 \times 8.500) \\ &= \text{Rp } 42.504.000,00 \end{aligned}$$

Sewa *scaffolding* balok dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan bekisting tangga dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 42.504.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 5.313.000,00 \end{aligned}$$

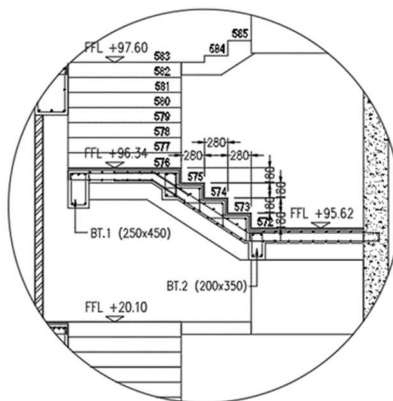
Maka biaya total pekerjaan bekisting tangga lantai 8 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 22.485.634,88 \end{aligned}$$

2. Pekerjaan Pembesian

A. Analisa Bahan

Untuk perhitungan tulangan tangga, dibagi menjadi 4 potongan (terlampir), untuk contoh perhitungan dilakukan pada potongan tangga A-A tangga tipe 1, dengan gambar dibawah ini.



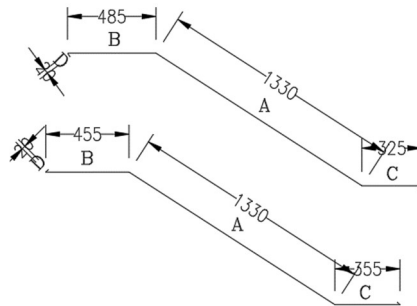
Gambar 5. 38: Potongan A-A Tangga Tipe 1

➤ Perhitungan tulangan

Panjang tulangan pada tangga dihitung dengan menggambar bestat tulangan tangga.

- Tulangan plat tangga.

Pada tulangan plat tangga ini digunakan diameter 10, dengan bestat sebagai berikut:



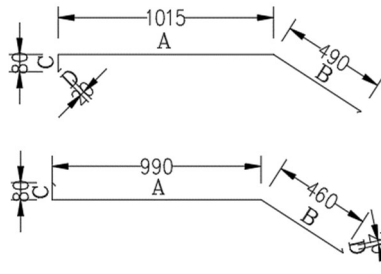
Gambar 5. 39: Bestat Tulangan Plat Tangga
Potongan A-A Tangga Tipe 1

$$\begin{aligned} \text{Panjang (atas)} &= (1,33 \text{ m} + 0,48 \text{ m} + 0,325 \text{ m} + \\ &\quad (2 \times 0,02) \times 9 \text{ buah} \\ &= 19,62 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang (bawah)} &= (1,33 \text{ m} + 0,45 \text{ m} + 0,355 \text{ m} + \\ &\quad (2 \times 0,02) \times 9 \text{ buah} \\ &= 19,62 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tulangan bordes atas.

Pada tulangan bordes tangga bagian atas ini digunakan diameter 10, dengan bestat sebagai berikut:

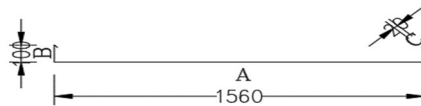


Gambar 5. 40: Bestat Tulangan Bordes Tangga Bagian Atas Potongan A-A Tangga Tipe 1

$$\begin{aligned} \text{Panjang (atas)} &= (1,02 \text{ m} + 0,49 \text{ m} + 0,08 \text{ m} + (2 \\ &\quad \times 0,02)) \times 9 \text{ buah} \\ &= 14,625 \text{ m} \\ \text{Panjang (bawah)} &= (0,99 \text{ m} + 0,46 \text{ m} + 0,08 \text{ m} + (2 \\ &\quad \times 0,02)) \times 9 \text{ buah} \\ &= 14,13 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tulangan bordes tangga bawah

Pada tulangan bordes tangga bagian bawah ini digunakan diameter 10, dengan bestat sebagai berikut:

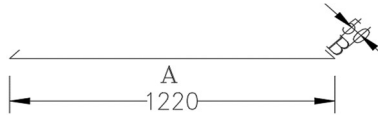


Gambar 5. 41: Tulangan Bordes Bawah Potongan A-A Tangga Tipe 1

$$\begin{aligned} \text{Panjang} &= (1,56 \text{ m} + 0,1 \text{ m} + (2 \times 0,02)) \times \\ &\quad 16 \text{ buah} \\ &= 28,8 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tulangan melintang plat tangga

Pada tulangan melintang plat tangga ini digunakan diameter 10 dan diameter 8, dengan bestat sebagai berikut:



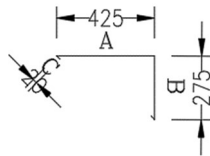
Gambar 5. 42: Tulangan Melintang Plat Tangga Potongan A-A Tangga Tipe 1

$$\begin{aligned} \text{Panjang (Dia. 8)} &= (1,22 \text{ m} + (2 \times 0,05)) \times 4 \text{ buah} \\ &= 5,28 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Panjang (Dia. 10)} &= (1,22 \text{ m} + (2 \times 0,05)) \times 20 \text{ buah} \\ &= 26,4 \text{ m} \end{aligned}$$

- Tulangan anak tangga

Pada tulangan anak tangga ini digunakan diameter 8, dengan bestat sebagai berikut:



Gambar 5. 43: Tulangan Anak Tangga Potongan A-A Tangga Tipe 1

$$\begin{aligned} \text{Panjang (Dia. 8)} &= (0,425 \text{ m} + 0,275 \text{ m} + (2 \times 0,02)) \\ &\quad \times 32 \text{ buah} \\ &= 23,68 \text{ m} \end{aligned}$$

- Kebutuhan tulangan diameter 10

$$1 \text{ lonjor tulangan} = 12 \text{ m}$$

$$\frac{123,2 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 10,26 \text{ lonjor} \sim 11 \text{ lonjor}$$

- Kebutuhan tulangan diameter 8

$$1 \text{ lonjor tulangan} = 12 \text{ m}$$

$$\frac{28,96 \text{ m}}{12 \text{ m}} = 2,4 \text{ lonjor} \sim 3 \text{ lonjor}$$

Dari perhitungan tersebut, diperoleh kebutuhan tulangan tangga tiap lantai adalah sebagai berikut:

Tabel 5. 15: Rekapitulasi Tulangan Tangga tiap Lantai

Lantai	Diameter	Kebutuhan per lonjor	Berat (Kg)
6-13	D 8	100	474 Kg
	D 10	202	1496 Kg
	D 13	42	524.2 Kg
	D 19	46	1231 Kg

B. Durasi

Durasi pembesian dihitung dari total durasi pemotongan, pembengkokan, kaitan serta pemasangan tulangan, contoh perhitungan diambil dari pekerjaan pembesian tangga tipe 1.

Dalam tugas akhir terapan ini, durasi pekerjaan terdiri dari 8 jam normal dan 3 jam lembur. Apabila melakukan lembur, maka produktivitas pekerjaan berkurang 10% tiap jam.

➤ Pemotongan

Durasi pemotongan tulangan tiap 100 buah tulangan adalah 2 jam oleh satu orang pekerja dalam durasi normal, apabila dilakukan lembur dalam 3 jam maka produktivitas menurun 10% tiap jam.

Contoh perhitungan diambil dari pembesian tangga tipe 1 dengan data sebagai berikut:

D8 = 268 buah potongan

D10 = 274 buah potongan

D13 = 100 buah potongan

D19 = 28 buah potongan

Durasi pemotongan:

$$D8 = \frac{268}{\left(\frac{8}{2}x100\right) + \left(\frac{1}{2}x((100x9\%) + (100x\%) + (100x\%))\right)}$$

$$= 0,3 \text{ hari}$$

$$D10 = \frac{274}{\left(\frac{8}{2}x100\right) + \left(\frac{1}{2}x((100x\%) + (100x\%) + (100x\%))\right)}$$

$$= 0,3 \text{ hari}$$

$$D13 = \frac{100}{\left(\frac{8}{2}x100\right) + \left(\frac{1}{2}x((100x90\%) + (100x80\%) + (100x7\%))\right)}$$

$$= 0,11 \text{ hari}$$

$$D19 = \frac{28}{\left(\frac{8}{2}x100\right) + \left(\frac{1}{2}x((100\%) + (100x8\%) + (100x\%))\right)}$$

$$= 0,05 \text{ hari}$$

Total durasi pemotongan = 0,76 hari

➤ Pembengkokan

Untuk perhitungan pembengkokan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi pembengkokan tiap 100 buah bengkakan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

D8 = 1,15 jam

D10 = 1,15 jam

D13 = 1,15 jam

D19 = 1,5 jam

Sedangkan data bengkokan tiap diameter adalah sebagai berikut

D8 = 144 bengkokan

D10 = 300 bengkokan

D16 = 300 bengkokan

D19 = 56 bengkokan

Durasi Pembengkokan

D8 =

$$\frac{144}{\left(\frac{8}{1,15} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times 9\%) + (100 \times 8\%) + (100 \times 70\%))\right)} = 0,16$$

D10 =

$$\frac{300}{\left(\frac{8}{1,15} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times \%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 7\%))\right)} = 0,33 \text{ hari}$$

D13 =

$$\frac{300}{\left(\frac{8}{1,15} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,15} \times ((100 \times \%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)} = 0,33 \text{ hari}$$

D 19=

$$\frac{56}{\left(\frac{8}{1,5} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,5} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 8\%) + (100 \times 70\%))\right)} = 0,08 \text{ hari}$$

Total durasi pembengkokan adalah 0,9 hari

➤ Kaitan

Untuk perhitungan kaitan digunakan tabel 2.2, dimana diketahui durasi kaitan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi

normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

$$D8 = 1,85 \text{ jam}$$

$$D10 = 1,85 \text{ jam}$$

$$D13 = 1,85 \text{ jam}$$

$$D19 = 2,3 \text{ jam}$$

Sedangkan data kaitan tiap diameter adalah sebagai berikut:

$$D8 = 536 \text{ kaitan}$$

$$D10 = 548 \text{ kaitan}$$

$$D13 = 200 \text{ kaitan}$$

$$D19 = 56 \text{ kaitan}$$

Durasi kaitan:

$$D8 =$$

$$\frac{536}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,95 \text{ hari}$$

$$D10 =$$

$$\frac{548}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,97 \text{ hari}$$

$$D13 =$$

$$\frac{200}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,36 \text{ hari}$$

$$D19 =$$

$$\frac{56}{\left(\frac{8}{1,85} \times 100\right) + \left(\frac{1}{1,85} \times ((100 \times 90\%) + (100 \times 80\%) + (100 \times 70\%))\right)}$$

$$= 0,12 \text{ hari}$$

Total durasi kaitan adalah 2,41 hari

➤ Pemasangan

Untuk perhitungan pemasangan digunakan tabel 2.3, dimana diketahui durasi pemasangan tiap 100 buah kaitan oleh satu orang pekerja apabila dikerjakan dalam durasi normal, dan berkurang 10% tiap jam ketika dilakukan lembur selama 3 jam, adalah

- Panjang kurang dari 3 m
 - D8 – D13 = 4,75 jam
 - D19 = 5,75 jam
- Panjang 3 - 6 m
 - D8 – D13 = 6 jam
 - D19 = 7,25 jam
- Panjang 6 - 9 m
 - D8 – D13 = 7 jam
 - D19 = 8,25 jam

Sedangkan data untuk jumlah tulangan dengan panjang tersebut adalah sebagai berikut:

- Panjang kurang dari 3 m
 - D8 = 268 buah
 - D10 = 228 buah
 - D13 = 100 buah
 - D19 = 0
- Panjang 3 - 6 m
 - D8 = 0 buah
 - D10 = 46 buah
 - D13 = 0 buah
 - D19 = 28 buah
- Panjang 6 - 9 m
 - D8 = 0 buah
 - D10 = 0 buah
 - D13 = 0 buah
 - D19 = 0 buah

Durasi pemasangan:

- Panjang kurang dari 3 m

$$D8 =$$

$$\frac{268}{\left(\frac{8}{4,75}x100\right)+\left(\frac{1}{4,75}x((100x \quad \%)+(100x8 \quad \%)+(100x70\%))\right)}$$

$$= 1,22 \text{ hari}$$

$$D10 =$$

$$\frac{228}{\left(\frac{8}{4,75}x100\right)+\left(\frac{1}{4,75}x((100 \quad \%)+(100x80\%)+(100x70\%))\right)}$$

$$= 1,04 \text{ hari}$$

$$D13 =$$

$$\frac{100}{\left(\frac{8}{4,75}x100\right)+\left(\frac{1}{4,75}x((100x90\%)+(100x80\%)+(100x7 \quad \%))\right)}$$

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

$$D19 = 0$$

- Panjang 3 - 6 m

$$D8 = 0$$

$$D10 =$$

$$\frac{46}{\left(\frac{8}{6}x100\right)+\left(\frac{1}{6}x((100x90\%)+(100x80\%)+(100 \quad \%))\right)}$$

$$= 0,27 \text{ hari}$$

$$D13 = 0$$

$$D19 =$$

$$\frac{28}{\left(\frac{8}{7,25}x100\right)+\left(\frac{1}{7,25}x((100x90\%)+(100x80\%)+(100x70\%))\right)}$$

$$= 0,2$$

- Panjang 6 - 9 m

$$D8 = 0$$

$$D10 = 0$$

$$D13 = 0$$

$$D19 = 0$$

Total durasi pemasangan tulangan kolom zona 1 adalah 3,18 hari.

Untuk pekerjaan pembesian memiliki tenaga kerja senagai berikut:

- 2 mandor
- 4 Kepala tukang
- 18 tukang besi untuk fabrikasi, 18 tukang besi untuk pemasangan
- 18 pekerja terampil untuk fabrikasi, 18 pekerja terampil untuk pemasangan.

Pekerjaan yang termasuk fabrikasi adalah pemotongan dan bengkakan serta kait, untuk pekerjaan pemasangan adalah pekerjaan pemasangan.

Maka, durasi total tiap pekerjaan adalah:

- Pemotongan, $\frac{0,76}{42} = 0,018$ hari
- Bengkokan dan kait, $\frac{3,31}{42} = 0,079$ hari
- Pemasangan, $\frac{3,18}{42} = 0,076$ hari

Total durasi penulangan = 0,173 hari ~ 1 hari untuk 2 grup pekerja.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Harga besi berdasarkan Sarana Metal Jayatama, untuk tulangan D8 harganya adalah Rp 9.300,00, sedangkan untuk D10, D13, dan D19 adalah Rp 9.600,00/Kg, dan harga bendrat adalah Rp 12.000,00/Kg.

Volume besi tangga lantai 7 adalah sebagai berikut:

D8 = 474 Kg

D10 = 1496 Kg

D16 = 542,2 Kg

D19 = 1231 Kg

Bendrat = 372,5 Kg

$$\begin{aligned} \text{Total biaya besi} &= (474 \times 9.300) + ((1496 + 542,2 \\ &\quad + 1231) \times 9.600) + (372,5 \times \\ &\quad 12.000) \\ &= \text{Rp } 40.084.862,40 \end{aligned}$$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor = Rp 110.000,00

Kepala tukang = Rp 109.200,00

Tukang = Rp 108.800,00

Pekerja terampil = Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

2 Mandor = 9 jam (3 jam kerja normal pada hari normal, 4 jam lembur pada hari normal, 1 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam kerja lembur pada hari sabtu)

4 Kepala Tukang = 9 jam (3 jam kerja normal pada hari normal, 4 jam lembur pada hari normal, 1 jam kerja

normal pada hari sabtu, dan 1 jam kerja lembur pada hari sabtu)

Pekerja Fabrikasi

18 Tukang besi = 5 jam (2 jam kerja normal pada hari normal, 1 jam lembur pada hari normal, 1 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam kerja lembur pada hari sabtu)

18 Pekerja terampil = 5 jam (2 jam kerja normal pada hari normal, 1 jam lembur pada hari normal, 1 jam kerja normal pada hari sabtu, dan 1 jam kerja lembur pada hari sabtu)

Pekerja Pemasangan

18 Tukang besi = 4 jam (1 jam kerja normal, 3 jam lembur)

18 Pekerja terampil = 4 jam (1 jam kerja normal, 3 jam lembur)

Maka, upah pekerja adalah

$$\begin{aligned} 2 \text{ Mandor} &= (2 \times 3 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.750) + (2 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) \\ &\quad + (2 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.750) + (2 \times 1 \times \\ &\quad 3 \times \text{Rp } 13.750) \\ &= \text{Rp } 426.250,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 4 \text{ Kepala tukang} &= (2 \times 3 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times 1.5 \times \\ &\quad \text{Rp } 13.650) + (2 \times 3 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) \\ &\quad + (2 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.650) + (2 \times 1 \times \\ &\quad 3 \times \text{Rp } 13.650) \\ &= \text{Rp } 846.300,00 \end{aligned}$$

Fabrikasi:

$$\begin{aligned} 18 \text{ Tukang besi} &= (18 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\ &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } \\ &\quad 13.600) + (18 \times 1 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) \\ &= \text{Rp } 2.080.800,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Pek. Terampil} &= (18 \times 5 \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.550) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.550) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) \\
 &= \text{Rp } 2.073.150,00
 \end{aligned}$$

Pemasangan:

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Tukang besi} &= (18 \times 1 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.600) \\
 &= \text{Rp } 1.591.200,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 18 \text{ Pek. Terampil} &= (18 \times 1 \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 1 \times 1.5 \\
 &\quad \times \text{Rp } 13.600) + (18 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } \\
 &\quad 13.600) \\
 &= \text{Rp } 1.585.350,00
 \end{aligned}$$

➤ Biaya Alat

Dalam fabrikasi pembesian dibutuhkan *Bar cutter* dan *bar bender*, harga sewa keduanya adalah Rp 7.000.000,00/bulan. Pekerjaan fabrikasi balok, plat, dan tangga menggunakan 2 grup pekerja dengan 4 buah *bar cutter* dan *bar bender*.

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi total fabrikasi besi balok, plat, dan tangga adalah 27 hari, karena biaya sewa *bar cutter* dan *bar bender* terhitung per bulan, maka dibulatkan menjadi 1 bulan.

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 1 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000 \\
 &= \text{Rp } 28.000.000,00
 \end{aligned}$$

Karena digunakan untuk 3 item pekerjaan yaitu balok, plat, dan tangga maka biaya sewa tiap pekerjaan adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya sewa tiap pekerjaan} &= \frac{\text{Rp } 28.000.000,00}{3} \\
 &= \text{Rp } 9.333.333,33
 \end{aligned}$$

Sewa *Bar Cutter* dan *Bar Bender* dilakukan untuk mengerjakan pekerjaan plat dalam 8 lantai, maka biaya sewa tiap lantai adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa tiap lantai} &= \frac{\text{Rp } 9.333.333,33}{8} \\ &= \text{Rp } 1.166.666,67 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pembesian plat lantai 8 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 49.854.579,07 \end{aligned}$$

3. Pekerjaan Pengecoran

A. Analisa Bahan

Untuk pekerjaan pengecoran tangga, menggunakan beton *ready mix* dengan mutu beton K-300. Volume pengecoran tangga dihitung dari luas tangga dikalikan dengan tebal tangga tersebut. Untuk contoh perhitungan dilakukan pada bordes 1 pada gambar 5.32. Berikut adalah perhitungan volume bordes yang ditinjau.

$$\begin{aligned} \text{Volume} &= 4 \text{ m} \times 1,9 \text{ m} \times 0,15 \text{ m} \\ &= 1,14 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

B. Durasi Pekerjaan

Dalam pekerjaan pengecoran ini, perhitungan durasi pengecoran kolom dihitung dengan menggunakan durasi *tower crane*. Untuk pekerjaan pengecoran, alat yang digunakan adalah:

- 2 *Tower Crane*
- 2 *Concrete Vibrator*
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Perhitungan produktivitas *tower crane* akan dijelaskan di bagian perhitungan *tower crane*. Berdasarkan hasil analisa tersebut, durasi untuk pengecoran plat lantai 8 adalah 7,04 Jam.

C. Biaya

➤ Biaya Material

Material yang digunakan adalah beton *readymix* dengan mutu K-300, dengan harga Rp 700.000,00/m³ (PT. Varia Usaha Beton)

Untuk contoh perhitungan digunakan perhitungan untuk pengecoran tangga lantai 7. Berdasarkan perhitungan volume, diperoleh volume total pengecoran tangga lantai 7 adalah 25,328 m³. Maka, biaya material untuk pengecoran adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya} &= 25,328 \text{ m}^3 \times \text{Rp } 700.000,00 \\ &= \text{Rp } 17.729.936,00\end{aligned}$$

➤ Biaya Upah Pekerja

Upah pekerja per hari dengan durasi normal (8 jam) adalah sebagai berikut:

Mandor	= Rp 110.000,00
Kepala tukang	= Rp 109.200,00
Tukang	= Rp 108.800,00
Pekerja terampil	= Rp 108.400,00

Upah lembur dihitung sebagai berikut:

Apabila pada hari kerja normal (11 jam kerja):

$$(8 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 1.5 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 2 \times \text{upah per jam})$$

Apabila pada hari sabtu (11 jam kerja):

$$(8 \times 2 \times \text{upah per jam}) + (1 \times 3 \times \text{upah per jam}) + (2 \times 4 \times \text{upah per jam})$$

Untuk pekerjaan pengecoran, terdapat 2 *tower crane* yang akan digunakan, dengan rincian pekerja sebagai berikut:

- 1 mandor
- 1 kepala tukang
- 10 tukang cor untuk melayani TC 1
- 10 pekerja terampil untuk melayani TC 1
- 10 tukang cor untuk melayani TC 2
- 10 pekerja terampil untuk melayani TC 2

Setelah dilakukan analisa dengan *Microsoft Project*, diketahui durasi tiap pekerja adalah sebagai berikut

1 Mandor = 8 jam (6 jam kerja normal, 2 jam kerja normal pada hari sabtu)

1 Kepala Tukang = 8 jam (6 jam kerja normal, 2 jam kerja normal pada hari sabtu)

Pekerja TC 1

10 Tukang cor = 4 jam (4 jam kerja normal)

10 Pekerja terampil = 4 jam (4 jam kerja normal)

Pekerja TC 2

10 Tukang cor = 4 jam (2 jam kerja normal, 2 jam kerja normal pada hari sabtu)

10 Pekerja terampil = 4 jam (2 jam kerja normal, 2 jam kerja normal pada hari sabtu)

Maka, upah pekerja adalah

1 Mandor = $(1 \times 6 \times \text{Rp } 13.750) + (1 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.750)$

= Rp 137.500,00

1 Kepala tukang = $(1 \times 6 \times \text{Rp } 13.650) + (1 \times 2 \times 2 \times \text{Rp } 13.650)$

= Rp 136.500,00

TC 1:

$$10 \text{ Tukang cor} = (10 \times 4 \times \text{Rp } 13.600) \\ = \text{Rp } 544.000,00$$

$$10 \text{ Pek. Terampil} = (10 \times 4 \times \text{Rp } 13.550) \\ = \text{Rp } 542.000,00$$

TC 2:

$$10 \text{ Tukang cor} = (10 \times 2 \times \text{Rp } 13.600) + (10 \times 2 \times 2 \times \\ \text{Rp } 13.600) \\ = \text{Rp } 816.000,00$$

$$10 \text{ Pek. Terampil} = (10 \times 2 \times \text{Rp } 13.550) + (10 \times 2 \times 2 \times \\ \text{Rp } 13.550) \\ = \text{Rp } 813.000,00$$

➤ **Biaya Alat**

Pekerjaan pengecoran menggunakan alat sebagai berikut:

- 2 *Tower Crane*
- 4 *Concrete Vibrator* (2 buah untuk melayani TC 1 dan 2 buah untuk melayani TC 2)
- 1 *Compressor*
- 2 *Bucket Cor*

Biaya sewa alat tersebut adalah sebagai berikut:

- *Tower Crane* = Rp 78.000.000,00/bulan
- *Concrete Vibrator* = Rp 9.000.000,00/bulan
- *Compressor* = Rp 7.000.000,00/bulan
- *Bucket* = Rp 4.000.000,00/set

Untuk perhitungan *tower crane* akan dihitung pada sub-bab tersendiri

- *Concrete Vibrator*

Biaya sewa *concrete vibrator*, dihitung dalam durasi hari. Berdasarkan analisa durasi, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= 4 \text{ buah} \times 48 \text{ hari} \times \text{Rp } 288.000,00 \\ &= \text{Rp } 55.296.000,00\end{aligned}$$

Vibrator tersebut akan digunakan untuk pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat, dan tangga, maka biaya *vibrator* untuk pekerjaan kolom adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 55.296.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 11.059.200,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 11.059.200,00}{8} \\ &= \text{Rp } 1.382.400,00\end{aligned}$$

- *Compressor*

Sama halnya dengan *concrete vibrator*, sewa *compressor* juga dihitung dalam durasi bulan. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= 1 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 7.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 14.000.000,00\end{aligned}$$

Compressor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *compressor* untuk pekerjaan tangga adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 14.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 2.800.000,00\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 2.800.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 350.000,00\end{aligned}$$

- *Bucket Cor*

Sama halnya dengan alat lainnya, sewa *bucket cor* juga dihitung dalam durasi bulan. Karena terdapat 2 *tower crane*, maka dibutuhkan 2 *bucket cor* pula. Dari hasil analisa, diperoleh total durasi pengecoran adalah 48 hari atau 2 bulan, maka biaya sewanya adalah

$$\begin{aligned}\text{Biaya sewa} &= 2 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 4.000.000,00 \\ &= \text{Rp } 16.000.000,00\end{aligned}$$

Bucket cor akan digunakan untuk pengecoran pada pekerjaan kolom, *shearwall*, balok, plat dan tangga, maka biaya *bucket cor* untuk pekerjaan plat adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya sewa} &= \frac{\text{Rp } 16.000.000,00}{5} \\ &= \text{Rp } 3.200.000,00 \\ \text{Biaya sewa per lantai} &= \frac{\text{Rp } 3.200.000,00}{8} \\ &= \text{Rp } 400.000,00 \end{aligned}$$

Maka biaya total pekerjaan pengecoran plat lantai 8 adalah

$$\begin{aligned} \text{Total biaya} &= \text{biaya material} + \text{upah pekerja} + \text{sewa alat} \\ &= \text{Rp } 22.851.336,00 \end{aligned}$$

5.4.7 Perhitungan *Tower Crane*

A. Produktivitas *Tower Crane*

Pemilihan *tower crane* didasarkan pada beban maksimum dan radius terjauh yang ingin dijangkau. Pada studi kasus tugas akhir ini, *tower crane* sudah terpasang dengan spesifikasi yang sudah dipilih, sehingga untuk lantai yang ditinjau, *tower crane* meneruskan kontraktor sebelumnya.

Perhitungan produktivitas bergantung pada *cycle time* atau waktu siklus *tower crane*. Untuk menghitung *cycle time* diperlukan data spesifikasi *tower crane* seperti berikut ini.

Tabel 5. 16: Data *Tower Crane*

TOWER CRANE		
Beban Ujung Maksimum	4.3	t
Panjang Jib	60	m
Kecepatan Pergi		
<i>Hoisting</i>	80	m/menit
<i>Slewing</i>	216	°/menit
<i>Trolley</i>	25	m/menit
<i>Landing</i>	80	m/menit
Kecepatan Kembali		
<i>Hoisting</i>	120	m/menit
<i>Slewing</i>	216	°/menit
<i>Trolley</i>	50	m/menit
<i>Landing</i>	120	m/menit

Sumber: Brosur *Tower Crane*

Untuk *bucket* yang digunakan adalah yang berkapasitas 1,2 m³, maka beban beton pada bucket adalah

$$\begin{aligned}
 \text{Beban beton} &= 1,2 \text{ m}^3 \times 2400 \text{ Kg/m}^3 \\
 &= 2880 \text{ Kg} \\
 &= 2,8 \text{ Ton}
 \end{aligned}$$

Selain itu perlu ditentukan pula produksi per siklus dari *tower crane*, baik untuk pekerjaan pengecoran maupun pengangkutan material.

Tabel 5. 17: Produksi Per Siklus Tower Crane

Pekerjaan	Produksi	Satuan
Pengecoran	1	m3
Pengangkatan Material		
- Tulangan	2000	kg
- Bekisting	2000	kg
- <i>Scaffolding</i>	2000	kg
- Pipe Support	2000	kg

Sumber: Asumsi di Lapangan

Dalam perhitungan waktu siklus *tower crane* akan digunakan contoh perhitungan pada pengecoran balok-plat zona 1 lantai 8 dengan menggunakan TC-1.

- Penentuan Posisi

Tentukan posisi koordinat *tower crane*, balok-plat ditinjau, dan *truck mixer*.

Koordinat X

- *Tower Crane* (X_{tc}) = -198,065
- Balok-plat (X_{ab}) = -203,217
- *Truck mixer* (X_{tm}) = -198,968

Koordinat Y

- *Tower Crane* (Y_{tc}) = -185,949
- Balok-plat (Y_{ab}) = -176,249
- *Truck mixer* (Y_{tm}) = -216,559

- Jarak segmen ditinjau terhadap *Tower Crane*

$$D_1 = \sqrt{(Y_{tc} - Y_{ab})^2 + (X_{ab} - X_{tc})^2}$$

$$= 10,984 \text{ m}$$

- Jarak *truck mixer* terhadap *Tower Crane*

$$D_2 = \sqrt{(Y_{tc} - Y_{tm})^2 + (X_{tm} - X_{tc})^2}$$

$$= 30,623 \text{ m}$$

- Jarak *trolley*

$$\begin{aligned} d &= D_2 - D_1 \\ &= 30,623 \text{ m} - 10,984 \text{ m} \\ &= 19,639 \text{ m} \end{aligned}$$

- Sudut *slewing*

$$\begin{aligned} a &= \text{Tan}^{-1} \left(\frac{Y_{tc} - Y}{X_{ab} - X_{tc}} \right) \\ &= 62,02^\circ \end{aligned}$$

Dari data-data diatas maka dapat dicari waktu angkat dan waktu kembali siklus *tower crane* sebagai berikut.

- Waktu Angkat

- *Hoisting*

$$\begin{aligned} v &= 80 \text{ m/menit} \\ h &= \text{tinggi lantai} + \text{tinggi tambahan} \\ &= (8 \times 3,1 \text{ m}) + 5 \text{ m} \\ &= 29,8 \text{ m} \\ t &= \frac{29,8 \text{ m}}{80 \text{ m/menit}} \\ &= 0,373 \text{ menit} \end{aligned}$$

- *Slewing*

$$\begin{aligned} v &= 216^\circ/\text{menit} \\ a &= 62,02^\circ \\ t &= \frac{29,8^\circ}{216^\circ/\text{menit}} \\ &= 0,287 \text{ menit} \end{aligned}$$

- *Trolley*

$$\begin{aligned} v &= 25 \text{ m/menit} \\ d &= 19,639 \text{ m} \\ t &= \frac{19,639 \text{ m}}{25 \text{ m/menit}} \\ &= 0,786 \text{ menit} \end{aligned}$$

- *Landing*

$$v = 80 \text{ m/menit}$$

$$\begin{aligned} h &= \text{tinggi tambahan} \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{5 \text{ m}}{80 \text{ m/menit}} \\ &= 0,063 \text{ menit} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu angkat} &= \textit{hoisting} + \textit{trolley} + \textit{slewing} + \\ &\quad \textit{landing} \\ &= 1,508 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Waktu Kembali

- *Hoisting*

$$\begin{aligned} v &= 120 \text{ m/menit} \\ h &= \text{tinggi tambahan} \\ &= 5 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{5 \text{ m}}{120 \text{ m/menit}} \\ &= 0,042 \text{ menit} \end{aligned}$$

- *Slewing*

$$\begin{aligned} v &= 216 \text{ }^\circ\text{/menit} \\ a &= 62,02^\circ \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{29,8^\circ}{216 \text{ }^\circ\text{/menit}} \\ &= 0,287 \text{ menit} \end{aligned}$$

- *Trolley*

$$\begin{aligned} v &= 50 \text{ m/menit} \\ d &= 19,639 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{19,639 \text{ m}}{25 \text{ m/menit}} \\ &= 0,393 \text{ menit} \end{aligned}$$

- *Landing*

$$\begin{aligned} v &= 120 \text{ m/menit} \\ h &= \text{tinggi lantai} + \text{tinggi tambahan} \\ &= (8 \times 3,1 \text{ m}) + 5 \text{ m} \\ &= 29,8 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} t &= \frac{29,8 \text{ m}}{120 \text{ m/menit}} \end{aligned}$$

$$= 0,248 \text{ menit}$$

$$\begin{aligned} \text{Total waktu kembali} &= \textit{hoisting} + \textit{trolley} + \textit{slewing} + \\ &\quad \textit{landing} \\ &= 0,907 \text{ menit} \end{aligned}$$

- Waktu bongkar dan muat
 Waktu Muat : waktu untuk memuat beton readymix dari truk mixer untuk dituangkan ke bucket (5 menit)
 Waktu Bongkar : waktu untuk membongkar beton readymix dari bucket ke segmen yang akan dicor (7menit)
- *Cycle Time*
 CT = waktu muat + waktu angkat + waktu bongkar + waktu kembali
 = 14,48 menit
- Durasi pelaksanaan pengecoran
 Diketahui pada balok-plat yang ditinjau volumenya adalah $22,653 \text{ m}^3$, dengan produksi per siklus adalah $1,2 \text{ m}^3$. Maka produksi per jam adalah

$$\begin{aligned} \text{Produksi per jam} &= 1,2 \times \frac{60}{14,48} \times 0,75 \\ &= 3,86 \text{ m}^3/\text{jam} \\ \text{Waktu pelaksanaan} &= \frac{22,653}{3,86} \\ &= 5,873 \text{ jam} \end{aligned}$$

Cara perhitungan produktivitas *tower crane* diatas juga diterapkan pada pekerjaan kolom, *shearwall*, dan tangga. Dengan cara yang sama, maka hasil perhitungan durasi pengecoran tiap pekerjaan dapat dilihat pada tabel 5.18.

Tabel 5. 18: Rekapitulasi Durasi Pengecoran

Pekerjaan	Lantai	Durasi (jam)	
		TC 1	TC 2
Kolom	7	9.09	9.80
	8	9.12	9.83
	9	9.18	9.90
	10	9.18	9.95
	11	9.40	10.28
	12	9.43	10.34
	13	9.47	10.34
<i>Shearwall</i>	7	10.75	10.21
	8	10.75	10.21
	9	10.82	10.29
	10	10.82	10.29
	11	10.82	10.35
	12	10.96	10.35
	13	11.02	10.35
Balok - Plat	7	30.18	31.34
	8	30.18	31.34
	9	30.18	31.34
	10	30.18	31.34
	11	30.64	33.10
	12	30.64	33.55
	13	30.64	33.55
	14	30.64	33.55

Pekerjaan	Lantai	Durasi (jam)	
		TC 1	TC 2
Tangga	6-7	3.52	3.52
	7-8	3.52	3.52
	8-9	3.52	3.52
	9-10	3.52	3.52
	10-11	3.52	3.52
	11-12	3.52	3.52
	12-13	3.52	3.52
	13-14	3.52	3.52

B. Perhitungan Biaya *Tower Crane*

Dalam perhitungan biaya *tower crane*, diperlukan data harga sebagai berikut:

Sewa = Rp 78.000.000,00/bulan

Operator TC = Rp 7.500.000,00/bulan

Sewa genset = Rp 32.000.000,00/bulan

Solar = Rp 5.150,00/liter

Sewa TC dilakukan per bulan, setelah melakukan analisa durasi proyek diketahui durasinya adalah 48 hari (2 bulan). Maka, biaya sewa *tower crane* adalah

Sewa TC = 2 buah x 2 bulan x Rp 78.000.000,00
= Rp 312.000.000,00

Dalam setiap TC diperlukan masing-masing 1 operator tiap 8 jam dan akan dilakukan shift pada operator TC sehingga TC dapat digunakan selama 24 jam.

Operator TC = 3 orang x 2 TC x 2 bulan x Rp 7.500.000
= Rp 90.000.000,00

Genset yang digunakan adalah yang berkapasitas 200 KVA. Biaya genset dan bahan bakar yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Sewa genset} &= 2 \text{ buah} \times 2 \text{ bulan} \times \text{Rp } 32.000.000,00 \\ &= 128.000.000,00 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan BBM} &= \text{FOM} \times \text{FW} \times \text{PBB} \times \text{PK} \\ &= 0,83 \times 0,8 \times 0,2 \times 200 \\ &= 26,52 \text{ Liter/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total BBM} &= 2 \times 24 \times 42 \times 26,56 \times \text{Rp } 5.150,00 \\ &= \text{Rp } 275.756.544,00 \end{aligned}$$

Dari data tersebut maka dapat diperoleh harga total sewa *tower crane* sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Total biaya TC} &= \text{biaya sewa TC} + \text{biaya operator} + \\ &\quad \text{kebutuhan BBM} + \text{biaya sewa} \\ &\quad \text{genset} \\ &= \text{Rp } 805.756.544,00 \end{aligned}$$

5.5 Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan

Berdasarkan perhitungan biaya dan waktu diatas, maka diperoleh biaya pelaksanaan sebagai berikut

Tabel 5. 19: Rekapitulasi Biaya Pelaksanaan

Item Pekerjaan	Volume	Sat	Biaya Total
A. Pekerjaan Struktur Atas			
- Lantai 6			
1 Pekerjaan tangga			
a. pekerjaan bekisting	95.856	m2	Rp 23,979,884.88
b. pekerjaan pembesian	3724.728	Kg	Rp 48,142,179.07
c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	25.328	m3	Rp 22,253,536.00
- Lantai 7			
2 Pekerjaan Kolom			
a. pekerjaan pembesian	54494.640	Kg	Rp 617,487,212.00
b. pekerjaan bekisting	440.200	m2	Rp 89,919,097.45
c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	69.493	m3	Rp 64,870,341.70

	Item Pekerjaan	Volume	Sat	Biaya Total
3	Pekerjaan shearwall			
	a. pekerjaan pembesian	12898.680	Kg	Rp 148,952,244.00
	b. pekerjaan bekisting	393.700	m2	Rp 71,664,799.83
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 42$ Mpa)	56.875	m3	Rp 53,906,439.64
4	Pekerjaan balok			
	a. pekerjaan bekisting	611.042	m2	Rp 276,252,102.55
	b. pekerjaan pembesian	30286.860	Kg	Rp 346,561,450.67
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 25$ Mpa)	102.897	m3	Rp 83,286,452.99
5	Pekerjaan plat lantai			
	a. pekerjaan bekisting	987.180	m2	Rp 178,034,786.43
	b. pekerjaan pembesian	9707.880	Kg	Rp 118,162,490.67
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 25$ Mpa)	160.143	m3	Rp 123,358,968.36
6	Pekerjaan tangga			
	a. pekerjaan bekisting	95.856	m2	Rp 22,485,634.88
	b. pekerjaan pembesian	3724.728	Kg	Rp 49,854,579.07
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 25$ Mpa)	25.328	m3	Rp 22,851,336.00
	- Lantai 8			
7	Pekerjaan Kolom			
	a. pekerjaan pembesian	54494.640	Kg	Rp 615,911,212.00
	b. pekerjaan bekisting	440.200	m2	Rp 37,327,647.45
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 42$ Mpa)	69.493	m3	Rp 65,169,241.70
8	Pekerjaan shearwall			
	a. pekerjaan pembesian	12898.680	Kg	Rp 149,155,544.00
	b. pekerjaan bekisting	393.700	m2	Rp 32,137,149.83
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 42$ Mpa)	56.875	m3	Rp 55,400,939.64
9	Pekerjaan balok			
	a. pekerjaan bekisting	611.042	m2	Rp 282,394,002.55
	b. pekerjaan pembesian	30286.860	Kg	Rp 347,132,250.67
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 25$ Mpa)	102.897	m3	Rp 85,595,452.99
10	Pekerjaan plat lantai			
	a. pekerjaan bekisting	987.180	m2	Rp 178,795,486.43
	b. pekerjaan pembesian	9707.880	Kg	Rp 118,162,490.67
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 25$ Mpa)	160.143	m3	Rp 125,667,968.36
11	Pekerjaan tangga			
	a. pekerjaan bekisting	95.856	m2	Rp 25,256,434.88
	b. pekerjaan pembesian	3724.728	Kg	Rp 48,386,529.07
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 25$ Mpa)	25.328	m3	Rp 22,851,336.00

	Item Pekerjaan	Volume	Sat	Biaya Total
-	Lantai 9			
12	Pekerjaan Kolom			
	a. pekerjaan pembesian	47320.080	Kg	Rp 538,263,064.00
	b. pekerjaan bekisting	440.200	m2	Rp 36,729,847.45
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	69.648	m3	Rp 64,994,450.60
13	Pekerjaan shearwall			
	a. pekerjaan pembesian	12898.680	Kg	Rp 148,598,644.00
	b. pekerjaan bekisting	393.700	m2	Rp 29,745,949.83
	c. pekerjaan beton (fc'= 42 Mpa)	56.875	m3	Rp 57,029,939.64
14	Pekerjaan balok			
	a. pekerjaan bekisting	611.042	m2	Rp 276,197,802.55
	b. pekerjaan pembesian	30286.860	Kg	Rp 348,518,200.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	102.897	m3	Rp 85,866,952.99
15	Pekerjaan plat lantai			
	a. pekerjaan bekisting	987.180	m2	Rp 177,219,286.43
	b. pekerjaan pembesian	9707.880	Kg	Rp 121,587,290.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	160.143	m3	Rp 125,939,468.36
16	Pekerjaan tangga			
	a. pekerjaan bekisting	95.856	m2	Rp 14,989,234.88
	b. pekerjaan pembesian	3724.728	Kg	Rp 49,283,779.07
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	25.328	m3	Rp 22,253,536.00
-	Lantai 10			
17	Pekerjaan Kolom			
	a. pekerjaan pembesian	47320.080	Kg	Rp 544,054,464.00
	b. pekerjaan bekisting	440.200	m2	Rp 40,698,997.45
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	69.648	m3	Rp 63,554,750.60
18	Pekerjaan shearwall			
	a. pekerjaan pembesian	12898.680	Kg	Rp 150,311,044.00
	b. pekerjaan bekisting	393.700	m2	Rp 33,933,049.83
	c. pekerjaan beton (fc'= 42 Mpa)	56.875	m3	Rp 53,906,439.64
19	Pekerjaan balok			
	a. pekerjaan bekisting	611.042	m2	Rp 87,421,602.55
	b. pekerjaan pembesian	30286.860	Kg	Rp 348,518,200.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	102.897	m3	Rp 84,997,652.99
20	Pekerjaan plat lantai			
	a. pekerjaan bekisting	987.180	m2	Rp 70,515,986.43
	b. pekerjaan pembesian	9707.880	Kg	Rp 119,304,090.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	160.143	m3	Rp 127,732,868.36

	Item Pekerjaan	Volume	Sat	Biaya Total
21	Pekerjaan tangga			
	a. pekerjaan bekisting	95.856	m2	Rp 13,114,884.88
	b. pekerjaan pembesian	3724.728	Kg	Rp 50,098,929.07
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	25.328	m3	Rp 23,421,736.00
	- Lantai 11			
22	Pekerjaan Kolom			
	a. pekerjaan pembesian	40669.920	Kg	Rp 465,217,636.00
	b. pekerjaan bekisting	440.200	m2	Rp 79,921,297.45
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	70.326	m3	Rp 65,835,600.65
23	Pekerjaan shearwall			
	a. pekerjaan pembesian	12898.680	Kg	Rp 148,761,544.00
	b. pekerjaan bekisting	393.700	m2	Rp 69,490,299.83
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	56.875	m3	Rp 56,514,339.64
24	Pekerjaan balok			
	a. pekerjaan bekisting	576.612	m2	Rp 84,473,971.76
	b. pekerjaan pembesian	30286.860	Kg	Rp 348,518,200.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	102.247	m3	Rp 85,711,298.18
25	Pekerjaan plat lantai			
	a. pekerjaan bekisting	988.520	m2	Rp 73,291,676.26
	b. pekerjaan pembesian	9707.880	Kg	Rp 119,304,090.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	160.221	m3	Rp 126,293,147.91
26	Pekerjaan tangga			
	a. pekerjaan bekisting	95.856	m2	Rp 12,870,534.88
	b. pekerjaan pembesian	3724.728	Kg	Rp 47,815,729.07
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	25.328	m3	Rp 22,851,336.00
	- Lantai 12			
27	Pekerjaan Kolom			
	a. pekerjaan pembesian	40669.920	Kg	Rp 464,429,636.00
	b. pekerjaan bekisting	440.200	m2	Rp 38,306,547.45
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	70.326	m3	Rp 65,808,200.65
28	Pekerjaan shearwall			
	a. pekerjaan pembesian	15623.160	Kg	Rp 176,935,728.00
	b. pekerjaan bekisting	393.700	m2	Rp 30,860,599.83
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	56.875	m3	Rp 54,720,939.64
29	Pekerjaan balok			
	a. pekerjaan bekisting	576.612	m2	Rp 88,768,171.76
	b. pekerjaan pembesian	30286.860	Kg	Rp 346,235,000.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	102.247	m3	Rp 85,982,798.18

	Item Pekerjaan	Volume	Sat	Biaya Total
30	Pekerjaan plat lantai			
	a. pekerjaan bekisting	988.520	m2	Rp 67,204,576.26
	b. pekerjaan pembesian	9707.880	Kg	Rp 122,728,890.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	160.221	m3	Rp 126,564,647.91
31	Pekerjaan tangga			
	a. pekerjaan bekisting	95.856	m2	Rp 13,114,884.88
	b. pekerjaan pembesian	3724.728	Kg	Rp 48,712,979.07
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	25.328	m3	Rp 22,253,536.00
	- Lantai 13			
32	Pekerjaan Kolom			
	a. pekerjaan pembesian	40669.920	Kg	Rp 467,474,986.00
	b. pekerjaan bekisting	440.200	m2	Rp 38,578,047.45
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	70.326	m3	Rp 65,835,600.65
33	Pekerjaan shearwall			
	a. pekerjaan pembesian	15623.160	Kg	Rp 178,254,128.00
	b. pekerjaan bekisting	393.700	m2	Rp 34,149,749.83
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	56.875	m3	Rp 54,205,339.64
34	Pekerjaan balok			
	a. pekerjaan bekisting	576.612	m2	Rp 85,071,771.76
	b. pekerjaan pembesian	30286.860	Kg	Rp 346,235,000.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	102.247	m3	Rp 83,130,798.18
35	Pekerjaan plat lantai			
	a. pekerjaan bekisting	988.520	m2	Rp 71,117,676.26
	b. pekerjaan pembesian	9707.880	Kg	Rp 119,874,890.67
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	160.221	m3	Rp 124,391,397.91
36	Pekerjaan tangga			
	a. pekerjaan bekisting	95.856	m2	Rp 13,576,934.88
	b. pekerjaan pembesian	3724.728	Kg	Rp 48,957,329.07
	c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	25.328	m3	Rp 22,851,336.00
	- Lantai 14			
37	Pekerjaan Kolom			
	a. pekerjaan pembesian	32608.800	Kg	Rp 377,260,290.00
	b. pekerjaan bekisting	440.200	m2	Rp 38,523,247.45
	c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)	74.121	m3	Rp 68,572,900.00
38	Pekerjaan shearwall			
	a. pekerjaan pembesian	15623.160	Kg	Rp 179,205,028.00
	b. pekerjaan bekisting	393.700	m2	Rp 32,056,199.83
	c. pekerjaan beton (fc'= 42 Mpa)	56.875	m3	Rp 57,029,939.64

39	Pekerjaan balok			
	a. pekerjaan bekisting	576.612	m2	Rp 86,267,371.76
	b. pekerjaan pembesian	30286.860	Kg	Rp 347,376,600.67
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 25$ Mpa)	102.247	m3	Rp 85,439,798.18
40	Pekerjaan plat lantai			
	a. pekerjaan bekisting	988.520	m2	Rp 71,799,676.26
	b. pekerjaan pembesian	9707.880	Kg	Rp 119,874,890.67
	c. pekerjaan beton ($f_c' = 25$ Mpa)	160.221	m3	Rp 126,700,397.91
	TOTAL			Rp 15,363,478,533.85

5.6 Analisa Selisih Biaya

A. Perhitungan Biaya Struktur

Berdasarkan data proyek, biaya per m² dan biaya total untuk lantai 7 hingga lantai 14 dapat dilihat pada tabel berikut ini

Tabel 5. 20: Rekap Biaya dari Data Proyek

No	Tinjauan	Harga Total	Total kontrak	Luas (m2)	harga per m2
1	Lantai 7	Rp 1,388,440,975.00	Rp57,890,773,382.58	1383.152376	Rp 1,003,823.58
2	Lantai 8	Rp 1,360,852,181.00			Rp 983,877.27
3	Lantai 9	Rp 1,356,686,096.00			Rp 980,865.25
4	Lantai 10	Rp 1,336,331,003.00			Rp 966,148.80
5	Lantai 11	Rp 1,310,137,363.18			Rp 947,211.16
6	Lantai 12	Rp 1,288,010,171.83			Rp 931,213.50
7	Lantai 13	Rp 1,310,137,363.18			Rp 947,211.16
8	Lantai 14	Rp 1,255,714,476.13			Rp 907,864.16
	Total	Rp10,606,309,629.32			

Sedangkan, dari perhitungan dengan metode kerja lembur, diperoleh biaya untuk lantai 7 hingga lantai 14 sebagai berikut

Tabel 5. 21: Rekap Biaya dengan Metode Kerja Lembur

No	Tinjauan	Harga Total	Total kontrak	Luas (m2)	harga per m2
1	Lantai 7	Rp 2,266,831,986.22		1383.152376	Rp 1,638,888.11
2	Lantai 8	Rp 2,188,040,936.22			Rp 1,581,923.27
3	Lantai 9	Rp 2,107,185,197.12			Rp 1,523,465.70
4	Lantai 10	Rp 1,811,475,697.12			Rp 1,309,671.83
5	Lantai 11	Rp 1,809,968,652.96			Rp 1,308,582.25
6	Lantai 12	Rp 1,752,083,336.96			Rp 1,266,731.97
7	Lantai 13	Rp 1,752,400,786.96			Rp 1,266,961.48
8	Lantai 14	Rp 1,675,491,940.30			Rp 1,211,357.45
	Total	Rp 15,363,478,533.85			

Dari tabel diatas dapat diketahui total biaya struktur untuk pekerjaan lantai 7 hingga lantai 14 adalah sebagai berikut:

Berdasarkan data proyek = Rp 10.606.309.629,32

Dengan kerja lembur = Rp 15.363.478.533,85

B. Perhitungan Biaya Struktur

Selain biaya struktur, diperlukan pula perhitungan biaya sarana penunjang untuk pekerjaan lembur, yaitu biaya listrik kerja dan penerangan. Berdasarkan data biaya sarana penunjang proyek diketahui total biaya listrik kerja selama 343 hari kerja adalah Rp 933.350.000,00. Dari data tersebut, diketahui biaya listrik kerja per hari adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik per hari} &= \frac{\text{Rp } 933.350.000,00}{343} \\ &= \text{Rp } 2.721.137,00 \\ \text{Biaya listrik per jam} &= \frac{\text{Rp } 2.721.137,00}{8} \\ &= \text{Rp } 340.142,00 \end{aligned}$$

Karena terdapat penambahan 3 jam untuk kerja lembur, maka biaya listrik kerja juga akan bertambah selama 3 jam, sehingga biaya listrik untuk kerja lembur adalah sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik (lembur)} &= \text{Rp } 340.142,00 \times 3 \\ &= \text{Rp } 1.020.426,00 \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil analisa durasi pekerjaan yang ditinjau dengan metode kerja lembur, diperoleh pekerjaan dilakukan selama 48 hari, maka biaya tambahan untuk listrik selama 48 hari adalah

$$\begin{aligned} \text{Biaya listrik (total)} &= \text{Rp } 1.020.426,00 \times 48 \\ &= \text{Rp } 48.980.466,47 \end{aligned}$$

C. Selisih Biaya

$$\begin{aligned} \text{Keuntungan kontraktor berdasarkan data proyek adalah} \\ \text{Keuntungan} &= 10\% \times \text{biaya total kontrak} \\ &= 10\% \times \text{Rp } 57.890.773.382,58 \\ &= \text{Rp } 5.789.077.338,26 \end{aligned}$$

Dari data proyek dan hasil perhitungan dengan metode kerja lembur, diketahui biaya lantai 7-14 sebagai berikut:

Berdasarkan data proyek = Rp 10.606.309.629,32
 Analisa kerja lembur = Rp 15.363.478.533,85
 Biaya tambahan sarana = Rp 48.980.466,47

Berdasarkan data diatas dapat dihitung biaya tambahan yang diperlukan untuk melakukan percepatan dengan alternatif kerja lembur dengan menghitung selisih biaya antara data proyek dan analisa kerja lembur ditambah dengan biaya tambahan untuk sarana penunjang, sebagai berikut

Biaya tambahan = (Rp 15.363.478.533,85 + Rp
 48.980.466,47) – Rp
 10.606.309.629,32
 = Rp 4.806.149.371,01

Biaya tambahan yang diperlukan untuk melakukan percepatan dengan alternatif kerja lembur, didapatkan dari pengurangan keuntungan kontraktor dengan selisih biaya. Maka, keuntungan kontraktor apabila dilakukan percepatan dengan alternatif kerja lembur adalah sebagai berikut

Keuntungan = keuntungan awal – biaya tambahan
 = Rp 5.789.077.338,26 - Rp
 4.806.149.371,01
 = Rp 982.927.967,25

Jadi, berdasarkan alternatif kerja lembur yang digunakan, keuntungan kontraktor yang awalnya Rp 5.789.077.338,26 berkurang sebanyak Rp 4.806.149.371,01 sehingga menjadi Rp 982.927.967,25.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB VI PENUTUP

6.1 Kesimpulan

1. Metode yang dilakukan untuk mempercepat proyek dalam tugas akhir terapan ini adalah dengan melakukan kerja lembur sebanyak 6 hari dalam satu minggu (senin hingga sabtu) dengan 11 jam kerja per hari.
2. Durasi pekerjaan Apartemen Taman Melati dari lantai 7-14 berdasarkan metode percepatan yang dipilih adalah 48 hari kalender dari target 52 hari kalender. Biaya tambahan yang diperlukan untuk melakukan percepatan dengan metode kerja lembur adalah Rp 4.806.149.371,01.

6.2 Saran

1. Dalam menghitung percepatan proyek sebaiknya tidak hanya dibatasi pada 8 lantai saja.
2. Perhitungan sebaiknya menggunakan metode *crash program* sehingga dapat diperoleh hasil yang lebih optimal.
3. Penggunaan metode kerja lembur menghasilkan tambahan biaya yang cukup besar, sehingga disarankan melakukan analisa percepatan dengan alternatif lain seperti penambahan pekerja, pembuatan *shift* pekerja, atau mengubah metode pelaksanaan, hingga diperoleh hasil yang optimal.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Dimiyati, Hamdan dan Kadar Nurjaman. 2014. *Manajemen Proyek*. Bandung: Pustaka Setia.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja Nomor KEP/102/MEN/VI/2004 tentang Waktu Kerja Lembur dan Upah Kerja Lembur
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2014 tentang Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor PER. 01/MEN/1980 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja pada Konstruksi Bangunan
- Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Republik Indonesia Nomor PER. 08/MEN/VII/2010 tentang Alat Pelindung Diri
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 54 Tahun 2010 tentang Pengadaan Barang/Jasa Pemerintah
- Priyo, Mandiyo dan Muhammad Raa'uf Aulia. 2015. *Aplikasi Metode Time Cost-Trade Off pada Proyek Konstruksi: Studi Kasus Proyek Pembangunan Gedung Indonesia, Semesta Teknik, Vol. 18, No 1, 30-43*. Yogyakarta: Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
- Rani, Hafnidar A. 2016. *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yogyakarta: CV. Budi Utama.
- Sastraatmadja, A. Soedrajat. *Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: NOVA.
- Soeharto, Imam. 1999. *Manajemen Proyek dari Konseptual Sampai Operasional Jilid I*. Jakarta: Erlangga.

Simbolon, Dina. “Permasalahan dalam Pemutusan Kontrak Konstruksi Ditinjau dari Perspektif Hukum Perdata”. <http://birohukum.pu.go.id/berita/108-kkontrak-konstruksi.html>, diakses pada 9 Januari 2018 pukul 12.05.

Surat Edaran Direktorat Jendral Bina Marga Nomor 07/SE/Db/2015 tentang Tata Cara Penanganan Kontrak Kritis

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 1 Tahun 1970 tentang Keselamatan Kerja

Undang-undang Republik Indonesia Nomor 13 Tahun 2003 tentang Ketenagakerjaan

LAMPIRAN



PT. SARANA METAL JAYATAMA

Jl. Kutisari IV / 2, Surabaya
Phone: (031) 8499555 ; Fax: (031) 8437555
Email: jayatama@saranametal.com

Surabaya, 06 Juni 2018

Nomor : 05817 / VI / 2018
Lampiran : 1 | satu | Berkas
Perihal : PENAWARAN HARGA MATERIAL

Kepada Yth,
BAPAK ANGGA

Dengan ini kami sampaikan penawaran harga untuk material **BESI BETON** .

BESI BETON MARK. API (SERTIFIKAT)

POLOS 8 - 16 Rp. 9.300/kg

ULIR 10 - 25 Rp. 9.600/kg

ULIR 29 & 32 Rp. 9.800/kg

- Harga dan stock tidak terikat
- Harga loco gudang surabaya
- Pembayaran CHASH

Demikian harga material ini saya sampaikan, semoga dapat membantu.

Hormat kami,

Miftachul Huda
082245789164
PT. SARANA METAL JAYATAMA



PT. VARIA USAHA BETON

Your Concrete Partner



DAFTAR HARGA BETON READY MIX PLANT SURABAYA

NO	MUTU	SLUMP (CM)	MAX SIZE (MM)	HARGA JUAL (Rp/m ³)
1	B-0	10 ± 2	30	Rp 540.000
2	K-125	10 ± 2	30	Rp 595.000
3	K-175	10 ± 2	30	Rp 610.000
4	K-225	10 ± 2	30	Rp 650.000
5	K-250	10 ± 2	30	Rp 670.000
6	K-275	10 ± 2	30	Rp 680.000
7	K-300	10 ± 2	30	Rp 700.000
8	K-350	10 ± 2	30	Rp 720.000
9	K-400	10 ± 2	30	Rp 750.000
10	K-450	10 ± 2	30	Rp 780.000
11	K-500	10 ± 2	30	Rp 800.000

NOTE :

1. Harga tersebut belum termasuk PPN 10%
2. Harga diatas untuk jarak maksimal pengiriman 40 km
3. Pembelian minimal 4m³
4. Untuk akses masuk truck mixer menjadi tanggungjawab pembeli
5. Apabila ada kenaikan slump 1-2 cm atas permintaan pembeli, harga bertambah Rp. 25.000/m³
6. Apabila ada permintaan grading material max size 30 mm atas permintaan pembeli , harga bertambah Rp. 25.000/m³
7. Perawatan dan pengetesan benda uji diluar laboratorium PT. Varia Usaha Beton menjadi beban tanggung jawab pembeli
8. Permintaan dan pelaksanaan pengiriman dapat dilayani setelah order penjualan (OPJ) disepakati dan ditandatangani
9. Harga berlaku mulai 1 Januari 2018

KANTOR PUSAT :
THE ROYAL BUSINESS PARK BLOK. F.02 – F.03
JL. H. ANWAR HAMZAH TAMBAK OSO, WARU, SIDOARJO – JAWA TIMUR

CP : Bpk. HENDRO
082141236823

No : 01/PL/MP/WA/XI/2017

Perihal : Price List Produk

Dengan Hormat,

Sehubungan dengan pengerjaan proyek yang Bapak kerjakan, kami dengan ini menyampaikan Daftar Harga *rental project equipment* sebagai berikut.

No	PRODUK	DESKRIPSI	SAT	HARGA
1	Lift Barang Kapasitas 1 Ton, 1,5 Ton dan 2 Ton Bucket, uk. 125 x 90 x 185 Power 10 KW - 3 phase	1 Unit Lift Barang Tinggi Sesuai Kebutuhan + Operator	Unit	(Harga Sesuai Ketinggian)
2	Scaffolding	T. 170 cm	set	Rp. 35.000,00/ Bulan
		T. 90 cm	set	Rp. 30.000,00/ Bulan
3	Bar Bending Multifungsi	Besi 8 ulir s/d 22 ulir	unit	Rp. 3.500.000,00/ Bulan
4	Bar Bending Begel	Besi 8 ulir s/d 16 ulir	unit	Rp. 3.300.000,00/ Bulan
5	Bar Cutting	Besi 8 ulir s/d 32 ulir	unit	Rp. 3.500.000,00/ Bulan
6	Bar Bending Pelkep	Besi 16 ulir s/d 32 ulir	unit	Rp. 3.500.000,00/ Bulan
7	Bucket Cor	Kapasitas 1,2 m3	unit	Rp. 4.000.000,00/ Bulan
8	Kompresor Air Man	10 bar, 175 Cmf, 7KW, 3 phase	unit	Rp. 7.500.000,00/ Bulan

Syarat & Ketentuan :

1. Khusus Lift Barang Harga Belum Termasuk Instal dan Uninstal
2. Harga belum termasuk biaya mobilisasi dan demobilisasi
3. DP / Uang Muka 50% dari nilai kontrak dibayarkan saat diterbitkan Invoice
4. Pelunasan nilai kontrak dilakukan sebelum barang dikirim
5. Kontrak sewa minimal 1 bulan
6. Penurunan & Pengangkatan barang dilokasi proyek Dibantu / dilakukan pihak penyewa
7. Perawatan alat dilakukan setiap satu bulan sekali
8. Sewa terhitung sejak diterimanya barang
9. Semua harga bisa (Nego)

Demikian surat penawaran ini kami buat, semoga dapat menjalin kerjasama dengan baik.



Office : Jalan DRS, Moch Hatta 117, Caru, Pendem, Malang
 Telp & Fax : 0341-5052958 (082229055411)
 Email : ptmuliakaryaprima@mulyaperkasa.com
 Web : www.mulyaperkasa.com

Daftar Harga Kayu Kaso

Kayu kaso ini kerap digunakan untuk plafon ataupun untuk membantu proses pengecoran. Namun selain untuk keperluan tersebut, kayu ini juga bisa digunakan untuk keperluan lain. Ukuran kayu kaso ini cukup beragam. Umumnya, ukuran yang tersedia di pasaran sekitar 4 cm x 6 cm dan 5 cm x 7 cm.

Spesifikasi Kayu	Satuan	Harga (Rp)
Meranti 4 x 6	batang (4m)	32.500
Meranti 5 x 7	batang (4m)	39.000
Borneo 4 x 6	batang (4m)	28.000
Borneo 5 x 7	batang (4m)	43.000
Kamper 4 x 6	batang (4m)	50.000
Kamper 5 x 7	batang (4m)	70.000

Daftar Harga Kayu Balok

Untuk Anda yang membutuhkan kayu dengan ukuran potongan yang lebih besar, kayu baloklah jawabannya. Kayu ini memiliki ketebalan antara 6-8 cm dengan lebar 12-15 cm. Dibandingkan dengan jenis kayu yang lain, kayu balok memiliki ukuran yang lebih tebal. Karena itulah, kayu jenis ini kerap digunakan untuk kusen hingga kuda-kuda atap.

Spesifikasi Kayu	satuan	Harga (Rp)
Meranti 6 x 12	batang (4m)	80.000
Meranti 8 x 12	batang (4m)	125.000
Borneo 6 x 12	batang (4m)	80.000
Borneo 8 x 12	batang (4m)	100.000
Kamper 6 x 12	batang (4m)	185.000
Kamper 8 x 12	batang (4m)	210.000

Sewa Scaffolding | GO BROKING X

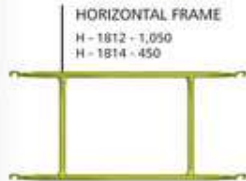
gobroking.com/2018/02/0E

Kontak Kami Selamat berbelanja, Sh

Stairs (Tangga)	Rp. 40.000	Rp. 620.000
Pipa Bracing /M	Rp.10.000	-
Tie Rod 1 M	Rp. 15.000	-
Wing Nut	Rp. 8.000	-
Horry Beam SX-22	Rp. 25.000	Rp. 515.000
Arm Lock	-	Rp. 35.000
Base Plat	Rp. 9.500	Rp. 43.000
Horizontal Frame	Rp. 10.000	Rp. 190.500



Secara fabrik
untuk di
dalam struktur
membuat 90
derajat untuk
kemudahan
pemasangan di
situs.



PIPE SUPPORT

MODEL	HEIGHT CLOSED	HEIGHT EXTENDED
TS - 50	1,550MM	2,750MM
TS - 60	1,850MM	3,050MM
TS - 70	2,150MM	3,350MM
TS - 90	2,700MM	3,900MM



www.signalreadymix.co

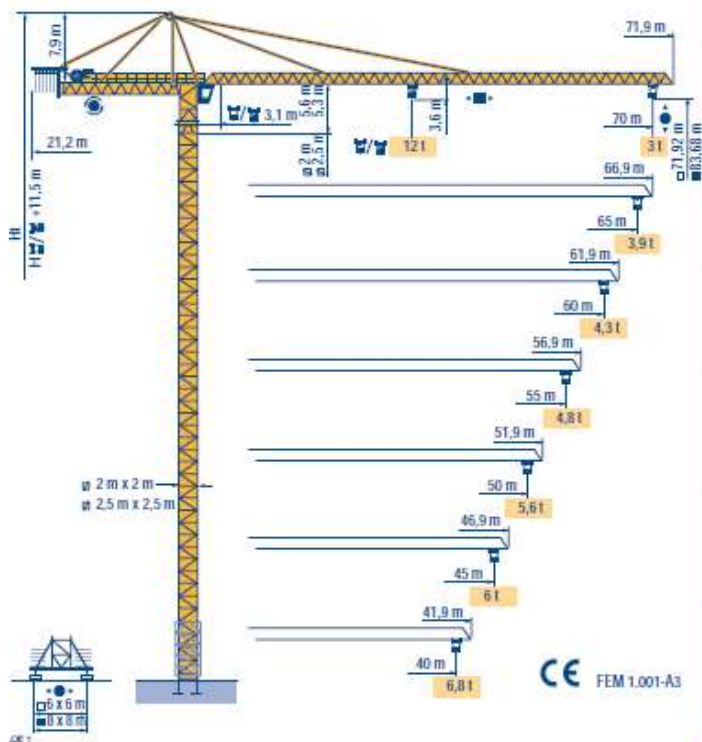
Daftar Harga Sewa Scaffolding Steger Terbaru 2018

No	Jenis Komponen	Ukuran	Harga >10 set	Harga <10 set
1	Main Frame	1,70 m	Rp 11.000,- (nego)	Rp 12.000,- (nego)
2	Main Frame	1,90 m	Rp 12.000,- (nego)	Rp 13.000,- (nego)
3	Main Frame	1,50 m	Rp 10.000,- (nego)	Rp 10.500,- (nego)
4	Ladder Frame	0,90 m	Rp 6.000,- (nego)	—
5	Ladder Frame	0,50 m	Rp 7.000,- (nego)	—
6	Horizontal Frame	1,05 m	Rp 7.500,- (nego)	—
7	Cross Brace	2,20 m	Rp 8.500,- (nego)	Rp 8.500,- (nego)
8	Cross Brace	1,93 m	Rp 8.500,- (nego)	Rp 8.500,- (nego)
9	Jack Base	0,40 m	Rp 7.000,- (nego)	—
10	Jack Base	0,60 m	Rp 7.500,- (nego)	—
11	U Head	0,40 m	Rp 8.000,- (nego)	—
12	U Head	0,60 m	Rp 8.500,- (nego)	—
13	Join Pin	TN-1	Rp 5.000,- (nego)	Rp 5.500,- (nego)
14	Clamp Pipa	flex /fix	Rp 5.000,- (nego)	—
15	Simple Frame	1,70 m	Rp 9.500,- (nego)	—
16	Cat Walk	2,20 m	Rp 38.000,- (nego)	Rp 38.000,- (nego)
17	Cat Walk	1,70 m	Rp 25.000,- (nego)	—
18	Pipe Support	M-90	Rp 30.000,- (nego)	—
19	Pipa Galvanis	4 m	Rp 30.000,- (nego)	—
20	Pipa Galvanis	3 m	Rp 26.000,- (nego)	—
21	Pipa Galvanis	6 m	Rp 50.000,- (nego)	—
22	Tangga	1,70 m	Rp 60.000,- (nego)	—
23	Tangga	1,90 m	Rp 65.000,- (nego)	—
24	Roda (caster)	4 buah	Rp 160.000,- (nego)	—

Ketentuan:

- Harga diatas dapat berubah sewaktu-waktu tanpa pemberitahuan terlebih dahulu.
- Harga diatas untuk sewa per bulan dan masih bisa **NEGO**.

TOPKIT K30/30 C



- MD
- HDT
- GTMR
- CITY CRANE
- TOPKIT MD
- MR
- MAXI MD
- MAXI TOPKIT



Estimasi Harga Sewa TC per 1 Bulan

Typee TC: POTAIN Topkit K30/30 C

Waktu Pekerjaan : 6 Bulan

No	URAIAN	HARGA SEWA	WAKTU	SAT	JUMLAH	
1	SEWA	78,000,000	6	Bln	468,000,000	
2	MOBILISASI + DEMOBILISASI (Pemasangan + Pembongkaran TC)	130,000,000	1	LS	130,000,000	
3	ERECTION + DISMANTLING (Pemasangan + Pembongkaran TC)	100,000,000	1	LS	100,000,000	
4	OPERATOR TC	7,500,000 x 2 Org	15,000,000	6	Bln	90,000,000
	~Uang Makan Operator	75,000 x 2 Org x 30 Hari	4,500,000	6	Bln	27,000,000
5	Ongkos Pasang Angkur	2,500,000 x 4 Bh	10,000,000	1	LS	10,000,000
	~Uang Jaminan Angkur		50,000,000	1	LS	50,000,000
	*Uang Jaminan akan dikembalikan sebesar 80% apabila ANGKUR DIBONGKAR setelah Pekerjaan Tower Crane Selesai					
6	Crane Service (Mobil Crane)	7,500,000 x 6 x 2 Ls (Pasang + Bongkar)	90,000,000	1	LS	90,000,000
	~Uang Makan Operator	400,000 x 6 x 2 Ls (Pasang + Bongkar)	4,800,000	1	LS	4,800,000
7	Perjanjian (DISNAKER)		10,000,000	1	LS	10,000,000
8	Sewa Genset (200Kva)		32,000,000	6	Bln	192,000,000
	~Solar Industri	16 Ltr x 14 x 30 x 7,600/ Ltr	51,072,000	6	Bln	306,432,000
	~Gaji Operator Genset		3,000,000	6	Bln	18,000,000
9	Pondasi Beton +/- 58M3			1	LS	0
JUMLAH					1,496,232,000	

*Jadi Estimasi Biaya Sewa Tower Crane dlm Jangka Waktu 6 Bulan:

1,496,232,000 : 6 = 249,372,000 /Bulan

*Belum termasuk BIAYA Pondasi

DAFTAR STANDAR HARGA SATUAN DASAR (SHSD)

No	Nama dan Spesifikasi	Satuan	Harga (Rp)
1	2	3	4
1	MATERIAL.		
1	Air (Biaya air tawar)	ltr	30,00
2	Aluminium 4" (silver)	M1	60,000.00
3	Aluminium 4" (dark brown)	M1	60,000.00
4	Aluminium 4" (brown)	M1	60,000.00
5	Aluminium 4" (powder coating)	M2	60,000.00
6	Aluminium 3" (silver)	M1	50,000.00
7	Aluminium 3" (dark brown)	M1	50,000.00
8	Aluminium 3" (brown)	M1	50,000.00
9	Aluminium 3" (powder coating)	M2	50,000.00
10	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.21PVDV)	lembar	600,000.00
11	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.21PVDV)	lembar	600,000.00
12	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.21 PE)	lembar	550,000.00
13	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.3 PVDV)	lembar	570,000.00
14	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.21 PE)	lembar	550,000.00
15	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.3 PVDV)	lembar	570,000.00
16	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.5 PVDV)	lembar	650,000.00
17	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.21 PE)	lembar	550,000.00
18	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.21PVDV)	lembar	600,000.00
19	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.5 PVDV)	lembar	650,000.00
20	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.3 PVDV)	lembar	570,000.00
21	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.5 PVDV)	lembar	650,000.00
22	Aluminium Composite Panel 1,22x2,44 (0.21PVDV)	lembar	600,000.00
23	Asbes datar Tb. 4 mm (1x1m)	Lembar	16,000.00
24	Asbes gelombang besar	M2	35,000.00
25	Asbes gelombang kecil (150x108x0,5 cm)	M2	35,371.43
26	Asbes gelombang kecil (180x108x0,5 cm)	M2	36,352.94
27	Asbes gelombang kecil (210x108x0,5 cm)	M2	33,375.00
28	Asbes gelombang kecil (150x108x0,4 cm)	M2	27,714.29
29	Asbes gelombang kecil (180x108x0,4 cm)	M2	27,364.71
30	Asbes gelombang kecil (210x108x0,4 cm)	M2	27,000.00
31	Aqua Proof	kg	50,000.00
32	Angkur dia 12mm	kg	30,000.00
33	Angkur dia 19mm	bh	50,000.00
34	Avour	bh	40,000.00
35	Roof drain	bh	75,000.00
36	Wuwung asbes gelombang besar	m1	65,000.00
37	Wuwung asbes gelombang kecil	m1	40,000.00
38	Batu ampyang	m2	29,300.00
39	Batu alam	m2	32,100.00
40	Batu bobos uk 10x20x1,5cm	m2	123,500.00
41	Batu Gilang ex jember uk.20x20cm	m2	76,500.00
42	Batu Gilang ex jember	m2	72,000.00
43	Batu Gilang ex Cirebon uk. 20x20	m2	103,600.00
44	Batu Gilang ex Cirebon	m2	60,700.00
45	Batu hias	m2	80,300.00
46	Batu kali pecah15/20	m3	130,000.00
47	Batu pecah mesin 1/2	m3	150,000.00
48	Batu pecah mesin 2/3	m3	130,000.00
49	Batu Kali Pecah 5/7	M3	120,000.00
50	Batu Kerikil	M3	150,000.00
51	Bataco t =10 cm	Bh	5,000.00
52	Bata merah (kelas 1)	Bh	600.00
53	Bata Berongga Expose	Bh	4,200.00
54	Bata ringan	m3	500,000.00
55	Batu Klinker	Bh	28,700.00
56	Besi beton polos/ulir	Kg	7,000.00
57	Besi Wiremesh	Kg	6,214.40
58	Besi Wiremesh m10	m2	52,910.05
59	Baut mur	Kg	5,000.00
60	Besi plat strip	Kg	7,000.00
61	Besi plat tebal 1cm	Kg	7,000.00
62	Besi profil (baja konstruksi)	Kg	7,000.00
63	Besi profil siku 50x50x5	Kg	7,000.00
64	Besi profil siku 60x60x6	Kg	7,000.00
65	Besi profil siku 70x70x6	Kg	7,000.00
66	Besi profil siku 80x80x6	Kg	7,000.00

67	mechanical anchor D16	bh	35,000.00
68	Batu gilas ex cirebon(110x20x1,5)	Kg	5,200.00
69	Bambu Bongkolan d 8-12 cm pj 3m	btg	50,000.00
70	Bambu Bongkolan d 8-12 cm pj 4m	btg	60,000.00
71	Bambu Ori 10-12Cm P J 3.00 Mt	btg	65,000.00
72	Besi Profil C100-150mm	Kg	7,000.00
73	Besi Profil WF	Kg	7,000.00
74	Besi Profil (Baja Konstruksi)	Kg	7,000.00
75	Besi Plat Bordes 4"x8" Tebal 3 mm	kg	7,000.00
76	Besi Plat Bordes 4"x8" Tebal 2 mm	kg	7,000.00
77	Besi Plat landas tb12mm	kg	7,000.00
78	Besi Plat Strip Pj6,00m3x30mm	kg	7,000.00
79	Besi Pipa putih Stainlees steel Sch 40	bh	101,000.00
80	Blank Flanged 100	kg	7,000.00
81	baut HTB 12mm	bh	30,000.00
82	angker 16mm-50cm	bh	40,000.00
83	Jarum Keras	bh	20,000.00
84	Box Bak Kontrol	m3	1,500,000.00
85	Bondek 1mmx1000mm	m2	70,000.00
86	Buis beton 1/2 bulat uk. 100x40 cm	bh	50,000.00
87	Cat Alkali Resisting Primer	ltr	27,000.00
88	Cat Besi	kg	40,000.00
89	Cat coating	kg	100,000.00
90	Cat chromate	kg	40,000.00
91	Cat Genteng	kg	40,000.00
92	Cat tembok luar (5kg)	Kaleng	125,000.00
93	Cat tembok dalam (5kg)	Kaleng	100,000.00
94	Cat dasar (dempul tembok)	Kg	12,000.00
95	Cat Meni Besi	Kg	30,000.00
96	Cat Meni Kayu	Kg	30,000.00
97	Cat Kayu	Kg	25,000.00
98	Cat Penutup Kayu	Kg	25,000.00
99	Cerlak	kg	11,500.00
100	Clear doof	kg	30,000.00
101	Closed Jongkok Porselain	bh	300,000.00
102	Kloset Duduk dual flush solid duroplast seat and cover, with eco washer	bh	3,000,000.00
103	Kloset Duduk one piece with dual flush, eco washer	bh	5,000,000.00
104	Closed Duduk difabel	bh	2,500,000.00
105	Coating	kg	50,000.00
106	Coumpond	kg	20,000.00
107	kusen dan Daun pintu PVC	bh	500,000.00
108	Daun Pintu aluminium Spandaryl lebar 80	bh	1,000,000.00
109	Daun Pintu aluminium Spandaryl lebar 110	bh	1,250,000.00
110	Door Closer	bh	120,000.00
111	Rel Pintu Geser	unit	225,000.00
112	Engsel Kuningan ARCH u Pintu	Stel	22,000.00
113	Engsel H	Stel	30,000.00
114	Engsel Kuningan ARCH u Jendela	Stel	12,500.00
115	Elektroda las	Kg	20,000.00
116	Elektroda baja(20%)	Kg	20,000.00
117	Elektroda baja	Kg	20,000.00
118	FBBT 100	Bh	412,000.00
119	Fitting Plafond	Bh	20,000.00
120	Fiber Glass	m2	33,500.00
121	Fitrase	m2	325,600.00
122	Foam Lapisan Karet	m2	49,200.00
123	Gedeg Guling	m2	90,000.00
124	Giangsing 25 kg (isi 150 kg sedimen)	Lembar	5,000.00
125	Genteng flam pres jawa	Bh	10,000.00
126	Genteng Kaca	Bh	12,000.00
127	Genteng karang Piliang / Wisma	Bh	10,000.00
128	Genteng Keramik	Bh	12,000.00
129	Genteng Galvalume	lbr	12,000.00
130	Genteng Wuwung Jawa	bh	8,000.00
131	Genteng wuwung karang Piliang / Wisma	Bh	8,000.00
132	Genteng wuwung Keramik	Bh	10,000.00
133	Genteng Wuwung Asbes Gelombang Kecil	bh	8,000.00
134	GentengWuwung Galvalume	bh	8,000.00
135	Glass Blok	bh	16,500.00
136	Gorden Ekksklusif	bh	42,000.00
137	Grendel Panjang	bh	30,000.00
138	Grendel Biasa Kecil	bh	20,000.00

139	Grendel Biasa Besar	bh	40.000,00
140	Grendel Tanam	bh	25.000,00
141	Grendel Ekspanyolet	bh	125.000,00
142	Gym Floor	m2	270.000,00
143	Gypsumt =9mm	lbr	55.000,00
144	Gypsumt =12 mm	lbr	60.000,00
145	Kalsiboard EG Uk. 240 x 120 x 9mm	Lembar	70.000,00
146	Kalsiboard EG Uk. 240 x 120 x 4mm	Lembar	45.000,00
147	Kalsiboard EG Uk. 240 x 120 x 6mm	Lembar	60.000,00
148	Hakangin sikutan (biasa)	bh	15.000,00
149	Hakangin sikutan (kuningan)	Stel	20.000,00
150	Hakangin Lunus	bh	25.000,00
151	Hakangin Lunus kuningan bisa disetel maju/mundur	bh	30.000,00
152	Head Penangkal Petir	bh	700.000,00
153	Isolator	Bh	5.000,00
154	Ijuk	Kg	8.000,00
155	Wuwung Genteng karangPilang/Wisma	Bh	8.000,00
156	Kaca Cermin t=5mm	m2	90.000,00
157	Kanstin BDCM 21,5 m	m	60.000,00
158	KanstinTrap. Uk.15.25.40	m	55.000,00
159	Kapur pasang	m3	60.000,00
160	Kapur Gamping	m3	67.200,00
161	Karpet Wold Cels	m2	292.500,00
162	Kawat Bendrat	Kg	12.000,00
163	Kawat Baja Hitam 10mm	Kg	12.000,00
164	Kawat Duri Pagar	Kg	12.000,00
165	Kawat Harmonika lebar 90cm	m2	15.000,00
166	Kawat Nyamuk kasa Plastik Lebar 90 cm	m2	10.000,00
167	Kawat Nyamuk kasa Aluminium Lebar 90 cm	m2	25.000,00
168	Kawat Ikat	m2	12.000,00
169	Kawat Beton Diameter 30 cm	Kg	13.000,00
170	Kayu jati reng	m3	8.000.000,00
171	Dolken Kayu Gelam Ø 8-10cm p=4m	btg	20.000,00
172	Kayu Jati papan klas II	m3	6.000.000,00
173	Kayu Jati Balok (8/12)	m3	5.500.000,00
174	Kayu Jati Balok (6/15)	m3	5.000.000,00
175	Kayu Jati usuk (5/7)	m3	6.000.000,00
176	Kayu Kamper Balok (6/15)	m3	5.000.000,00
177	Kayu Kamper balok 8/12	m3	5.000.000,00
178	Kayu Kamper 2/20 cm	m3	4.500.000,00
179	Kayu Kamper 3/30 cm	m3	4.300.000,00
180	Kayu Kamper 1/3cm	m3	4.000.000,00
181	Kayu Kamper 1/5cm	m3	4.200.000,00
182	Kayu kamper (slimar)	m3	5.000.000,00
183	Kayu Kamper Usuk	m3	4.500.000,00
184	Kayu Kamper reng (balok 3/5)	m3	4.500.000,00
185	Kayu Meranti Balok 6/12	m3	5.000.000,00
186	Kayu Meranti Usuk 4/6	m3	4.500.000,00
187	Kayu Meranti Usuk balok 5/7	m3	5.500.000,00
188	Kayu Meranti (Papan 2/20)	m3	4.000.000,00
189	Kayu Meranti Bekisting	m3	2.000.000,00
190	Kayu Meranti papan 3/30	m3	3.500.000,00
191	Kayu usuk meranti (SKUR)	m3	3.000.000,00
192	Keramik 20x20cm (motif/warna)	m2	47.000,00
193	Keramik 30x 30putihpolos	m2	47.500,00
194	Keramik 30x 30cm (motif/warna)	m2	70.000,00
195	Keramik 40x 40cm putih polos	m2	70.000,00
196	Keramik 40x 40cm (motif/warna)	m2	70.000,00
197	Keramik 50x 50cm putih polos	m2	82.500,00
198	Keramik 50x 50cm (motif/warna)	m2	86.000,00
199	Keramik 60x 60cm (motif/warna)	m2	92.000,00
200	Keramik 20x 33cm putih polos	m2	65.000,00
201	Keramik 20x 33cm (motif/warna)	m2	80.000,00
202	Keramik 20x 40cm (motif/warna)	m2	55.000,00
203	Keramik 20x 50cm putih polos	m2	85.000,00
204	Keramik 20x 50cm (motif/warna)	m2	90.000,00
205	Keramik 30x 60cm (motif/warna)	m2	152.500,00
206	Keramik tegel plint warna/motif 7,5x20	bh	7.200,00
207	Keramik tegel plint warna/motif 7,5x21	bh	7.200,00
208	Keramik Tegel Porselain11x11	m2	89.700,00
209	Keramik step nosing 8x30 cm	bh	30.000,00
210	Keramik lantai marmar	m2	600.000,00

211	Kuku Macan	bh	1,000.00
212	Granite Tile 30x30	m2	245,000.00
213	Granite Tile 15x60	m2	60,000.00
214	Granite Tile 20x60	m2	270,000.00
215	Granite Tile 30x60	m2	295,000.00
216	Granite Tile 60x60	m2	130,000.00
217	Granite Tile 15x90	m2	420,000.00
218	Granite Tile 30x90	m2	420,000.00
219	Keramik tegel trotoar	m2	47,000.00
220	Kertas gosok No. 150	Lbr	7,000.00
221	Kertas gosok No. 280	Lbr	8,000.00
222	Kran Air Stenlish steel	Bh	45,000.00
223	Kran Wastafel stenlish steel	Bh	60,000.00
224	Kran Tangkai panjang stenlish steel	Bh	125,000.00
225	Kran air Ex Import	Bh	80,000.00
226	Krepyak Nako	bh	50,000.00
227	Kuas	Bh	8,000.00
228	Kunci Tanam besar 2x putar kuningan	Bh	85,000.00
229	Kunci Tanam Kecil	Bh	50,000.00
230	Kalsiplank 3/30	m'	60,000.00
231	Kaca Polost =5mm	m2	60,000.00
232	Kaca Polost =3mm	m2	50,000.00
233	Kaca Reyben t = 5 mm	m2	80,000.00
234	Kaca Gravier	m2	273,000.00
235	Kaca Stainglass	m2	296,000.00
236	Kabel NYA 1x1,5	m	1,450.00
237	Kabel NYA 1x2,5	m	2,300.00
238	Kabel NYA 1x4	m	3,600.00
239	Kabel NYA 1x6	m	5,300.00
240	Kabel NYA 1x10	m	8,770.00
241	Kabel NYM 3X1,5	m	5,860.00
242	Kabel NYM 3X2,5	m	8,340.00
243	Kabel NYM 2X1,5	m	4,580.00
244	Kabel NYM 2X2,5	m	6,560.00
245	Kabel NYM 3X4	m	13,740.00
246	Kabel NYM 4X2,5	m	10,700.00
247	Kabel NYM 4X4	m	17,700.00
248	Kabel NYM 4X6	m	24,900.00
249	Kabel NYM 4X10	m	40,540.00
250	Kabel NYY 2X1,5	m	6,440.00
251	Kabel NYY 2X2,5	m	8,680.00
252	Kabel NYY 3X1,5	m	7,960.00
253	Kabel NYY 3X2,5	m	10,700.00
254	Kabel NYY 3X4	m	16,600.00
255	Kabel NYY 3X6	m	22,000.00
256	Kabel NYY 4X2,5	m	12,960.00
257	Kabel NYY 4X4	m	20,200.00
258	Kabel NYY 4X6	m	26,200.00
259	Kabel NYY 4X10	m	44,400.00
260	Las Doof	bh	750.00
261	Lampu TL 18 Watt	bh	9,500.00
262	Lampu SL 5 Watt	bh	21,000.00
263	Lampu SL 8 Watt	bh	26,000.00
264	Lampu SL 11 Watt	bh	26,000.00
265	Lampu SL 14 Watt	bh	27,000.00
266	Lampu SL 18 Watt	bh	29,000.00
267	Lampu SL 23 Watt	bh	35,000.00
268	Lampu SL 35 Watt	bh	67,000.00
269	Lampu SL 50 Watt	bh	120,000.00
270	Lampu SL 70 Watt	bh	140,000.00
271	Lampu Tempel hias SL 18 Watt	bh	96,000.00
272	Lampu Flood light 400 watt	bh	6,500,000.00
273	Tiang lampu oktagonal 5m galvanized	batang	2,400,000.00
274	Split 3/4	bh	300,000.00
275	Unimax klem	bh	6,000.00
276	kabel sekor 50 mm2	bh	5,000.00
277	BC 50 mm2	m'	30,000.00
278	Support	bh	7,500.00
279	Lapis triplek 0,4cm	lbr	58,250.00
280	Lem kayu	kg	7,000.00
281	Lem PVC	bh	7,200.00
282	Lem Wall Paper	kg	43,200.00

283	Lem Epoxi	kg	133.000,00
284	List plafond Gypsum	bh	10.000,00
285	List dinding	bh	35.000,00
286	L PVC 100x90	bh	256.325,00
287	L PVC 100x45	bh	256.325,00
288	Eternit gresik	lbr	31.200,00
289	Minyak Cat (Afdunner)	Ltr	6.300,00
290	Minyak Bekisting	Ltr	9.000,00
291	Minyak pelumas	Ltr	22.900,00
292	Metal stud	m3	3.750.000,00
293	MCB 10A/6A	bh	40.000,00
294	Paku kayu	Kg	14.000,00
295	Paku reng	Kg	14.000,00
296	Paku usuk	Kg	14.000,00
297	Panel lantai	m3	2.350.000,00
298	skrup	Bh	150,00
299	Paku Seng Payung	kg	14.000,00
300	Paku triplek	Kg	14.000,00
301	Paku triplek/eternit	Kg	14.000,00
302	Paku Asbes	Kg	14.000,00
303	Pasir Cor	m3	150.000,00
304	Paku Klem (No.4)	kg	12.500,00
305	Paku Klem (No.4)	doz	15.000,00
306	Paku Biasa 2"-5"	kg	14.000,00
307	Paras	m3	85.000,00
308	Pasir Pasang	m3	125.000,00
309	Pasir Urug	m3	115.000,00
310	Pipa paralon 5/8"	m	5.500,00
311	Profil hollow 2x4	m	22.000,00
312	Pewarna	sct	15.000,00
313	Kran Pelampung	Set	19.750,00
314	Pagar BRC/pmg A (uk. 1,2x2,4)	unit	297.500,00
315	Pagar BRC/pmg	unit	297.500,00
316	Pintu swing ganda BRC / PMG uk. 1,2x3m	unit	398.750,00
317	Pintu dorong ganda BRC / PMG uk. 1,2x3m	unit	398.750,00
318	Pintu pagar besi komplit dengan asesoris	m2	625.000,00
319	Penambahan daya listrik	ls	2.200.000,00
320	Pipa Pipa Galvanis medium 1/2"	m1	18.000,00
321	Pipa Pipa Galvanis medium 3/4"	m1	22.000,00
322	Pipa Pipa Galvanis medium 1"	m1	35.000,00
323	Pipa Pipa Galvanis medium 2"	m1	68.000,00
324	Pipa Pipa Galvanis medium 2 1/2"	m1	85.000,00
325	Pipa Pipa Galvanis medium 3"	m1	105.000,00
326	Pipa Pipa Galvanis medium 4"	m1	157.000,00
327	Pipa Pipa Galvanis medium 5"	m1	165.000,00
328	Pipa Pipa Galvanis medium 1 1/4"	m1	43.000,00
329	Pipa Pipa Galvanis medium 8"	m1	155.000,00
330	Pipa Pipa Galvanis medium 6"	m1	130.000,00
331	Pipa Galvanis Ø 1,5"	m1	35.000,00
332	Pipa Galvanis Ø 2"	m1	50.000,00
333	Pipa Galvanis Ø 2,5"	m1	60.000,00
334	Pipa Galvanis Ø 3"	m1	72.000,00
335	Pipa PVC Ø1/2" "Type AW	batang	18.000,00
336	Pipa PVC Ø3/4" "Type AW	batang	22.000,00
337	Pipa PVC Ø1" "Type AW	batang	30.000,00
338	Pipa PVC Ø1 1/2" "Type AW	batang	45.000,00
339	Pipa PVC Ø3" "AW panjang 4 mtr	ljr	99.500,00
340	Pipa PVC Ø3" "AW panjang 6 mtr	ljr	149.250,00
341	Pipa PVC Ø4" "AW panjang 4 mtr	ljr	168.000,00
342	Pipa PVC Ø4" "AW panjang 6 mtr	ljr	252.000,00
343	Pipa PVC Ø6" "AW panjang 4 mtr	ljr	400.000,00
344	Pipa PVC Ø1 1/2"°C	ljr	27.500,00
345	Pipa PVC Ø2"°C	m	41.500,00
346	Pipa PVC Ø4"°C	batang	90.000,00
347	Pipa PVC Ø3"°C	batang	60.000,00
348	Pipa PVC Ø5"°C	batang	140.000,00
349	Pipa PVC Ø6"°C	ljr	180.000,00
350	Pipa PVC 110	m	20.100,00
351	Pipa PVC 160	m	73.750,00
352	Pipa Cooker 150	m	156.900,00
353	Pipa baja (Hitam) Ø2"medium	m	103.333,33
354	Pipa baja (Hitam) Ø3"medium	m	170.000,00

355	Pipa baja (Hitam) Ø4"medium	m	245,000.00
356	Pipa baja (Hitam) Ø5"medium	m	336,666.67
357	Pipa pe 12 mm	m	23,750.00
358	Pipa stainless steel SCH 40 welded 1"	m	35,000.00
359	Pipa stainless steel SCH 40 welded 2"	m	45,833.33
360	Plamur Tembok	kg	15,000.00
361	Plamur Kayu	kg	23,000.00
362	Profil tank 650 litter	kg	719,200.00
363	Profil tank 800 litter	kg	818,400.00
364	Profil tank 1100 litter	kg	1,054,000.00
365	Profil tank 550 litter stainless	kg	1,229,000.00
366	Profil tank 700 litter stainless	kg	1,521,000.00
367	Profil tank 1100 litter stainless	kg	2,383,000.00
368	Klem PVC	Bh	1,500.00
369	Plywood tebal 9mm	lbr	82,600.00
370	Profil Aluminium putih uk. 4x10, profil 4"	m1	33,200.00
371	Precast Pagar Panil/Pabrikasi	m1	40,000.00
372	Saklar Tunggal	Bh	8,000.00
373	Saklar Ganda	Bh	16,000.00
374	Saklar triple	Bh	22,000.00
375	Shanding	kg	50,500.00
376	Ramset / dynabolt	buah	2,500.00
377	Rol (Tba)	Roll	3,000.00
378	Rangka Galvalume uk 0.8 mm	m2	312,000.00
379	Rangka Galvalume uk 0.5 mm	m2	245,000.00
380	Rangka Galvalume Campuran	m2	264,900.00
381	Usuk galvalume uk 4/6 tbl 0.5	m	22,000.00
382	Reng galvalume tbl 0.5	m	7,500.00
383	Semen Pc 50kg	Zak	60,000.00
384	Semen Pc 40kg	Zak	48,000.00
385	Semen Grouting 25kg	Zak	7,200.00
386	Semen berwarna yiyitan	kg	4,000.00
387	Seng Gelombang BJLS 30uk(08x1.5)	m2	56,200.00
388	Seng Gelombang BJLS 40uk(08x1.5)	m2	49,700.00
389	Seng Gelombang BJLS 30uk(08x1.5)L=60cm	m2	23,000.00
390	Seng Gelombang BJLS 30uk(80x180 cm)	lembar	55,650.00
391	Seng Gelombang BJLS 30uk(80x150 cm)	lembar	51,200.00
392	Seng BJLS 30L=90cm	ml	27,940.00
393	Seng BJLS 30L=60cm	ml	23,500.00
394	Seng BJLS 40L=60cm	ml	22,250.00
395	Seng BJLS 40L=90cm	ml	42,500.00
396	Seng datar BJLS 40	ml	39,200.00
397	Sapndek TCT 0,45 berwarna	m2	180,000.00
398	Wuwung Sapndek TCT 0,45 berwarna	m'	40,000.00
399	Atap uPVC double wall	m2	195,000.00
400	Wuwung uPVC	m'	145,000.00
401	roofseal	bh	1,500.00
402	Sekrup SDS	bh	2,000.00
403	Serat fiber	m2	3,000.00
404	Sifon Wasser	m2	12,000.00
405	Sirap Asbes 4mm	lbr	17,250.00
406	Sirtu	m3	130,000.00
407	Slang spiral	Set	23,200.00
408	Slimar Aluminium3/8" powder coating	m1	50,000.00
409	Sealent	tube	20,000.00
410	Solar	ltr	9,000.00
411	Spritus	Ltr	8,000.00
412	Stop Kontak Broco	Bh	15,000.00
413	Stopper uskup tbl.6cm	Bh	7,200.00
414	Sun Screen	m2	96,750.00
415	Sunblast	m2	80,000.00
416	Tanah katel	m3	80,000.00
417	Tempat sabun	bh	75,000.00
418	T doos PVC	Bh	1,250.00
419	Teak wood t= 4mm	Lbr	61,000.00
420	Teak wood uk. 122x244 t=3mm	Lbr	65,300.00
421	Tee 150x150	bh	563,200.00
422	Tee 100x100	bh	295,600.00
423	Triplek uk. 110x244 t=3 mm meranti	Lbr	43,000.00
424	Triplek uk. 110x244 t=4mm meranti	Lbr	53,000.00
425	Triplek uk. 110x244 t=8 mm meranti	Lbr	86,000.00
426	Triplek uk. 110x244 t=9 mm meranti	Lbr	93,500.00

427	Triplek uk. 110x244 t=12 mm meranti	Lbr	150.000,00
428	Triplek uk. 110x244 t=15 mm meranti	Lbr	180.000,00
429	Triplek uk. 110x244 t=18 mm meranti	Lbr	225.000,00
430	Triplek uk. 110x244 t=3 mm meranti	Lbr	66.500,00
431	Triplek uk. 110x244 t=3 mm meranti	Lbr	66.500,00
432	Triplek uk. 110x244 t=12 mm film satu muka	Lbr	110.000,00
433	Triplek uk. 110x244 t=15 mm film satu muka	Lbr	225.000,00
434	Triplek uk. 110x244 t=12 mm film dua muka	Lbr	205.000,00
435	Triplek uk. 110x244 t=15 mm film dua muka	Lbr	245.000,00
436	Triplek uk. 110x244 t=18 mm film dua muka	Lbr	275.000,00
437	Teer	Kg	9.000,00
438	Tanah Urug	m3	70.000,00
439	Thinner A	ltr	35.000,00
440	Tiang Pancang 20/20	m	80.000,00
441	Tiang Pancang 25/25	m	85.000,00
442	Tiang Pancang 30/30	m	90.000,00
443	U Gutter U1000/1000-2400 (K 350 Besi 130 kg) (Fabrikasi)	bh	2.426.500,00
444	Cover 1000x1000x2400 (K 350; besi 160 kg) (Fabrikasi)	bh	2.426.500,00
445	Vertical Blind	m2	182.100,00
446	Valve 100	bh	1.019.300,00
447	Valve 150	bh	2.096.500,00
448	Wall Paper	m2	192.500,00
449	Wastafel Besar Warna	bh	450.000,00
450	Waterproofing	kg	35.000,00
451	Wood filler	kg	27.500,00
452	Wood plank + pemasangan	m1	62.000,00
453	Walter Moer	bh	15.200,00
454	Besi Hollow 4/4	m1	6.250,00
455	Hollow 4/4 metal furing	m1	15.000,00
456	Besi Hollow 5/5	m1	22.000,00
457	Hollow 2/4 metal furing	m1	5.500,00
458	Rangka metal stud	m'	12.000,00
459	Grab bar	m'	650.000,00
460	joint sealent	m'	100.000,00
461	Got talang R25 (Segmen)	bh	26.750,00
462	Got talang R15 (Segmen)	bh	18.700,00
463	Got talang R10 (Segmen)	bh	17.000,00
464	Got talang R25 (1/2 lingkaran)	bh	24.000,00
465	Got talang R15 (1/2 lingkaran)	bh	16.000,00
466	Got talang R10 (1/2 lingkaran)	bh	25.000,00
467	Paving abu-abu tbl. 6 cm (4 persegi pj)	bh	70.000,00
468	Paving abu-abu tbl. 8 cm (4 persegi pj)	bh	80.000,00
469	Paving stone merah tbl. 8 cm (4 persegi pj)	bh	80.000,00
470	Paving stone full warna tbl. 6 cm (4 persegi pj)	bh	75.000,00
471	Paving stone motif warna abu-abu tbl. 6 cm (4 persegi pj)	bh	75.000,00
472	Paving Cassada abu-abu T=8mm	m2	80.000,00
473	Paving Cassada warna T=8mm	m2	100.000,00
474	GRC Board 4 mm	Lembar	54.000,00
475	cross runner 50x25	m'	27.000,00
476	main runner 38x13	m'	22.500,00
477	root hanger 8mm	m'	11.000,00
478	Rooster	bh	175.000,00
479	Beton ready mix k-225	m'	645.000,00
480	Beton ready mix k-250	m'	665.000,00
481	Beton ready mix k-300	m'	685.000,00
482	Beton ready mix k-350	m'	735.000,00
483	Multipleks lapis film 12 mm	lbr	210.000,00
484	Box Panel	unit	400.000,00
485	GS 6 Gang	unit	12.000,00
486	Bio Septictank	unit	6.000.000,00
487	Step Nosing	m'	54.000,00
488	Urinoir	unit	2.000.000,00
489	Penyekat Urinoir Keramik	unit	500.000,00
490	Resapan	unit	750.000,00
491	Exhause Fan	bh	200.000,00
492	CCTV	bh	1.500.000,00
493	Adaptor	bh	400.000,00
494	AC Split Duct	bh	2.000.000,00
495	Lampu TLD 2 x 36 Watt	bh	150.000,00
496	Lampu Led 6 watt	bh	60.000,00
497	Lampu led 8 watt	bh	80.000,00
498	Lampu led 10 watt	bh	90.000,00

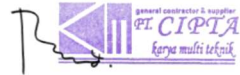
499	Lampu led 18 watt	bh	130,000.00
500	Downlight	bh	60,000.00
501	Jet Shower	bh	125,000.00
502	Shower	bh	300,000.00
503	Cermin Tb.5 mm	m2	182,000.00
504	Box Bak Kontrol	unit	150,000.00
505	Tandon Air Bersih	unit	3,000,000.00
506	Tandon bawah kap 8m3	unit	7,500,000.00
507	Pompa air transfer. Semi jet kap 100 liter menit	bh	5,000,000.00
508	Meja Pantry Komplit	unit	1,250,000.00
509	Tandon air atas kap 1100 ltr stenlish, komplit	bh	2,250,000.00
510	Letter stenlish steel tinggi 50cm	bh	570,000.00
511	Kaca dan kusen fasade depan	m2	325,000.00
512	Meja wastafel	unit	750,000.00
513	Kaca tempered 12mm	m2	850,000.00
514	Floor hinge	bh	1,100,000.00
515	Flush Bolt (Kunci Tanam) 8"+12"	set	181,500.00
516	Handle pintu tempered	bh	500,000.00
517	Kunci pintu tempered	unit	1,000,000.00
518	kusen dan daun pintu aluminium	unit	1,200,000.00
519	Pintu Harmonika	m2	800,000.00
520	Imidacloprid 200 gr	Ltr	125,000.00
521	Daun Pintu Wood solid	unit	1,000,000.00
522	Joiner PN 207,208	bh	20,000.00
523	Top cross rail PN 200,201,202	m'	9,722.22
524	Connector PN 209,210	bh	1,500.00
525	Cross tee white PN 401 / 402	m1	8,000.00
526	Main runner white PN 400 / 403	m1	8,000.00
527	Suspension rod PN 227 M5	m1	1,500.00
528	Suspension rod PN 220	bh	1,200.00
529	Suspension hanger spring adjusted PN 410	bh	6,000.00
530	Akustik (60x120) 9 mm	lbr	55,000.00
531	Paku Rivet	bh	150.00
532	Kitchen sink	bh	300,000.00
533	jaring gawang	bh	100,000.00
534	Daun Pintu hamonika	unit	1,300,000.00
II TENAGA			
1	Mandor	hr	110,000.00
1	Surveyor Geodesi	hr	110,000.00
2	Kepala Tukang Batu	hr	109,200.00
3	Kepala Tukang Besi	hr	109,200.00
4	Kepala Tukang Cat	hr	109,200.00
5	Kepala Tukang Kayu	hr	109,200.00
6	Kepala Tukang Listrik	hr	109,200.00
7	Kepala Tukang Pipa	hr	109,200.00
8	Tukang Batu	hr	108,800.00
9	Tukang Besi	hr	108,800.00
10	Tukang Cat	hr	108,800.00
11	Tukang Kayu	hr	108,800.00
12	Tukang Las	hr	108,800.00
13	Tukang Listrik	hr	108,800.00
14	Tukang Pipa	hr	108,800.00
15	Pembantu Tukang	hr	108,400.00
III. PERALATAN			
1	Sewa Compresor	Jam	60,000.00
2	Sewa Concrete Mixer m3 (min 3jam)	Jam	50,000.00
3	Sewa Concrete Pump (min 3 jam)	Jam	30,000.00
4	Sewa Concrete vibrator	Jam	12,000.00
5	Sewa Crane 30 ton-min8 jam (termasuk mob/demob. Opertor, BBM)	Jam	170,000.00
6	Sewa Hammer tiang pancang-min8 jam Hidrolis (termasuk mob/demob.operator, BBM)	Jam	150,000.00
7	Sewa Bucket dan crane/draglin scraper	Jam	76,000.00
8	Sewa Motor Grader125-140Pk (min5jam)	Jam	261,250.00
9	Sewa PhenumaticTire Roller (min5jam)	Jam	209,000.00
10	SewaTruck Tangki Air (min 5 jam)	Jam	470,250.00
11	Sewa Truk Kelas 3 Dalam kota	Jam	727,500.00
12	Sewa Vibrator Roller (min 5 jam)	Jam	128,250.00
13	Sewa Excavator 6m	Jam	123,500.00
14	SewaTheodolit	set	329,175.00
15	Sewa Welding Set (min 5 jam)	hari	100,000.00
16	Sewa Alat Bantu (1 set@3alat)	jam	5,000.00

17	Sewa Dump truck 6T min(5jam)	jam	65,000.00
18	Sewa Dump truck 5T min(5jam)	jam	61,750.00
19	Sewa Dump truck 3,5T min(5jam)	jam	61,750.00
20	Sewa alat bantu penerangan jalan	jam	12,000.00
21	Sewa alat bantu strouss pile	jam	10,000.00
22	Sewa mesin strouss pile	jam	120,000.00
23	Sewa trowel	jam	100,000.00
24	Sewa Stampper	jam	50,000.00

Surabaya , 9 Januari 2018

Penyedia Jasa :

PT. CIPTA KARYA MULTI TEKNIK



Rudy Cus Effendi

Direktur

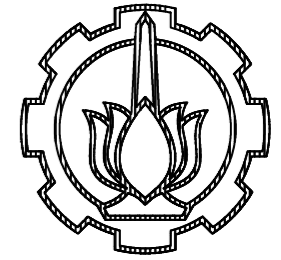
BIODATA PENULIS



Penulis bernama Angga Tegar Dwicahyanto berkelahiran di Sampang, 8 Desember 1995 ini merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis menempuh Pendidikan formal antara lain di SDN Gunong Sekar 1 Sampang, SMP Negeri 1 Sampang, dan SMA Negeri 1 Sampang. Pada tahun 2014, setelah lulus SMA penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi yaitu pada jurusan Diploma Empat Teknik Infrastruktur Sipil fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember dengan NRP 10111410000053. Selain mengikuti kegiatan perkuliahan, penulis juga mengikuti beberapa perlombaan keprofesional, dan juga beberapa pelatihan termasuk Latihan Keterampilan Manajemen Mahasiswa tingkat Pra Dasar, Tingkat Dasar, hingga Tingkat Menengah dan aktif sebagai pemandu ITS dalam kegiatan pelatihan seperti LKMM. Penulis juga pernah menjadi staff *research and technology department* HMDS kepengurusan 2015-2016, dan menjadi wakil ketua himpunan bagian pengembangan HMDS kepengurusan 2016-2017. Penulis mengikuti kerja praktik pada proyek PT. WIKA Gedung yaitu apartemen *Central Business District* Surabaya. Untuk mendapatkan gelar sarjana, penulis mengambil tugas akhir terapan dengan judul “Perhitungan Biaya dan Waktu untuk Mengatasi Keterlambatan pada Proyek Apartemen Taman Melati @MERR, Surabaya”.

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	SKALA	NOMOR GAMBAR
	HALAMAN JUDUL	-	-
	DAFTAR LAMPIRAN	-	-
LAYOUT, DENAH, DAN TAMPAK			
ARS	SITE PLAN	1 : 300	01
ARS	LAYOUT PLAN	1 : 300	02
ARS	DENAH LANTAI 7-9 (HUNIAN LT. 2-4)	1 : 150	03
ARS	DENAH LANTAI 10 (HUNIAN LT. 5)	1 : 150	04
ARS	DENAH LANTAI 11-13 (HUNIAN LT. 6-8)	1 : 150	05
ARS	DENAH LANTAI 14-15 (HUNIAN LT. 9-10)	1 : 150	06
ARS	TAMPAK UTARA DAN TAMPAK BARAT	1 : 150	07
ARS	TAMPAK TIMUR DAN TAMPAK SELATAN	1 : 150	08
ARS	TAMPAK ATAS	1 : 100	09
ARS	PEMBAGIAN ZONA PROYEK	1 : 200	10
ARS	SITE MANAGEMENT	1 : 200	11
KOLOM DAN SHEARWALL			
STR	RENCANA KOLOM LANTAI 6 S/D LANTAI 10	1 : 150	12
STR	RENCANA KOLOM LANTAI 11 S/D LANTAI 15	1 : 150	13
STR	DETAIL PENULANGAN KOLOM	1 : 20	14
STR	DETAIL PENULANGAN KOLOM	1 : 20	15
STR	DETAIL PENULANGAN KOLOM	1 : 20	16
STR	DETAIL PENULANGAN KOLOM	1 : 20	17
STR	DETAIL PENULANGAN KOLOM	1 : 20	18
STR	DETAIL PENULANGAN KOLOM	1 : 20	19
STR	DETAIL SHEARWALL TIPE SW1	1 : 50	20
STR	DETAIL SHEARWALL TIPE SW2	1 : 50	21
STR	DETAIL SHEARWALL TIPE SW3	1 : 50	22
STR	DETAIL SHEARWALL TIPE SW4	1 : 50	23
STR	DETAIL SHEARWALL TIPE SW5	1 : 50	24

KODE GAMBAR	NAMA GAMBAR	SKALA	NOMOR GAMBAR
BALOK			
STR	RENCANA BALOK LANTAI 7 S/D LANTAI 10	1 : 150	25
STR	RENCANA BALOK LANTAI 11 S/D LANTAI 15	1 : 150	26
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK	1 : 20	27
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK	1 : 20	28
STR	DETAIL PENULANGAN BALOK	1 : 20	29
PELAT			
STR	RENCANA PELAT LANTAI 7 S/D LANTAI 32	1 : 150	30
STR	DETAIL PELAT PL-3	1 : 50	31
TANGGA			
STR	DENAH DAN DETAIL TANGGA TIPE 1 DAN TIPE 3	1 : 50	32
STR	POTONGAN DAN DETAIL TULANGAN TANGGA TIPE 1	1 : 100	33
STR	POTONGAN DAN DETAIL TULANGAN TANGGA TIPE 3	1 : 100	34
GANTT CHART MICROSOFT PROJECT			
KURVA S			



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
UNTUK MENGATASI
KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI
@MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan Tangga)

NAMA GAMBAR

SITE PLAN

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

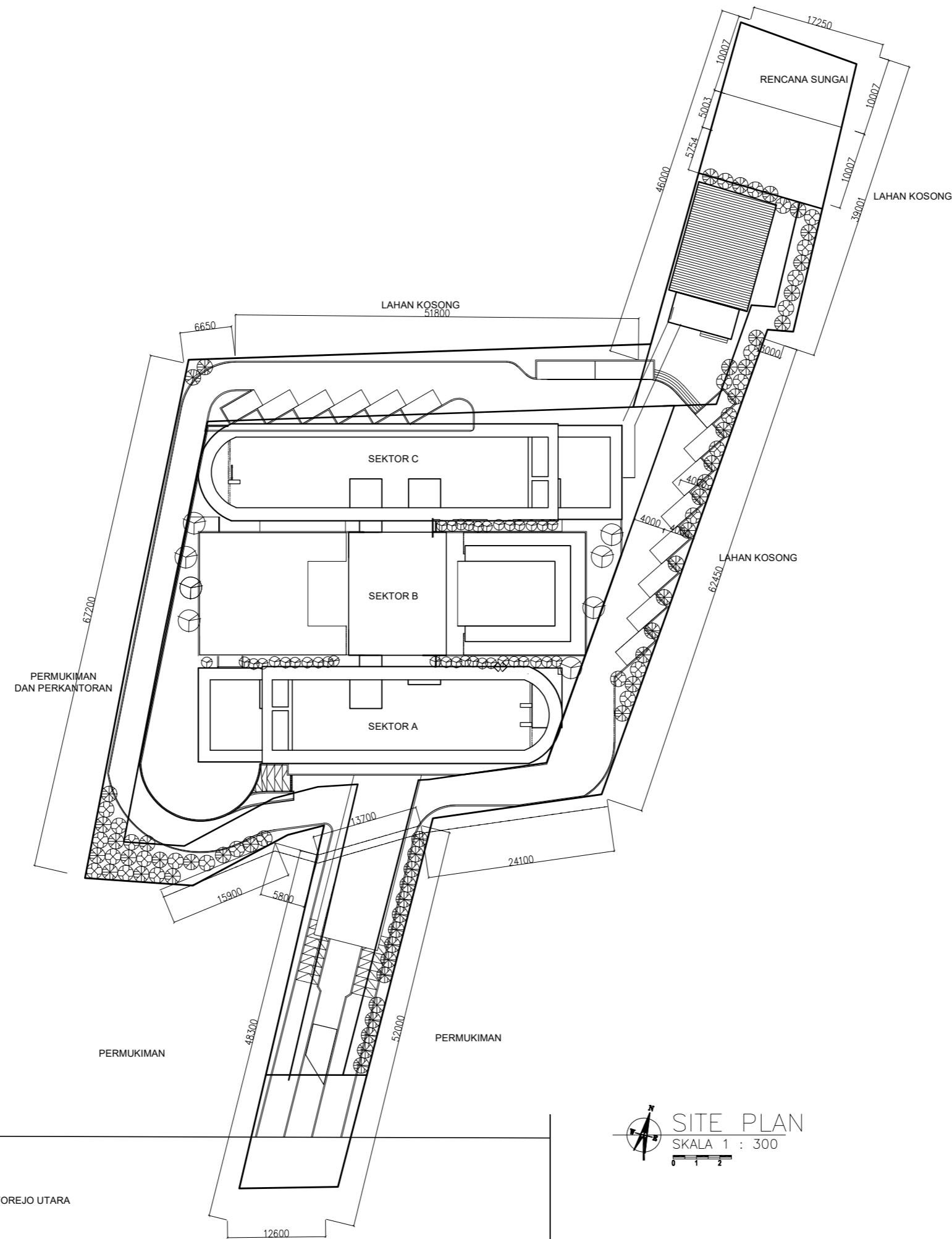
1:300

NO. LEMBAR

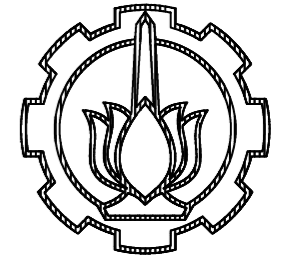
JUMLAH LEMBAR

01

34



SITE PLAN
 SKALA 1 : 300



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

LAYOUT PLAN

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

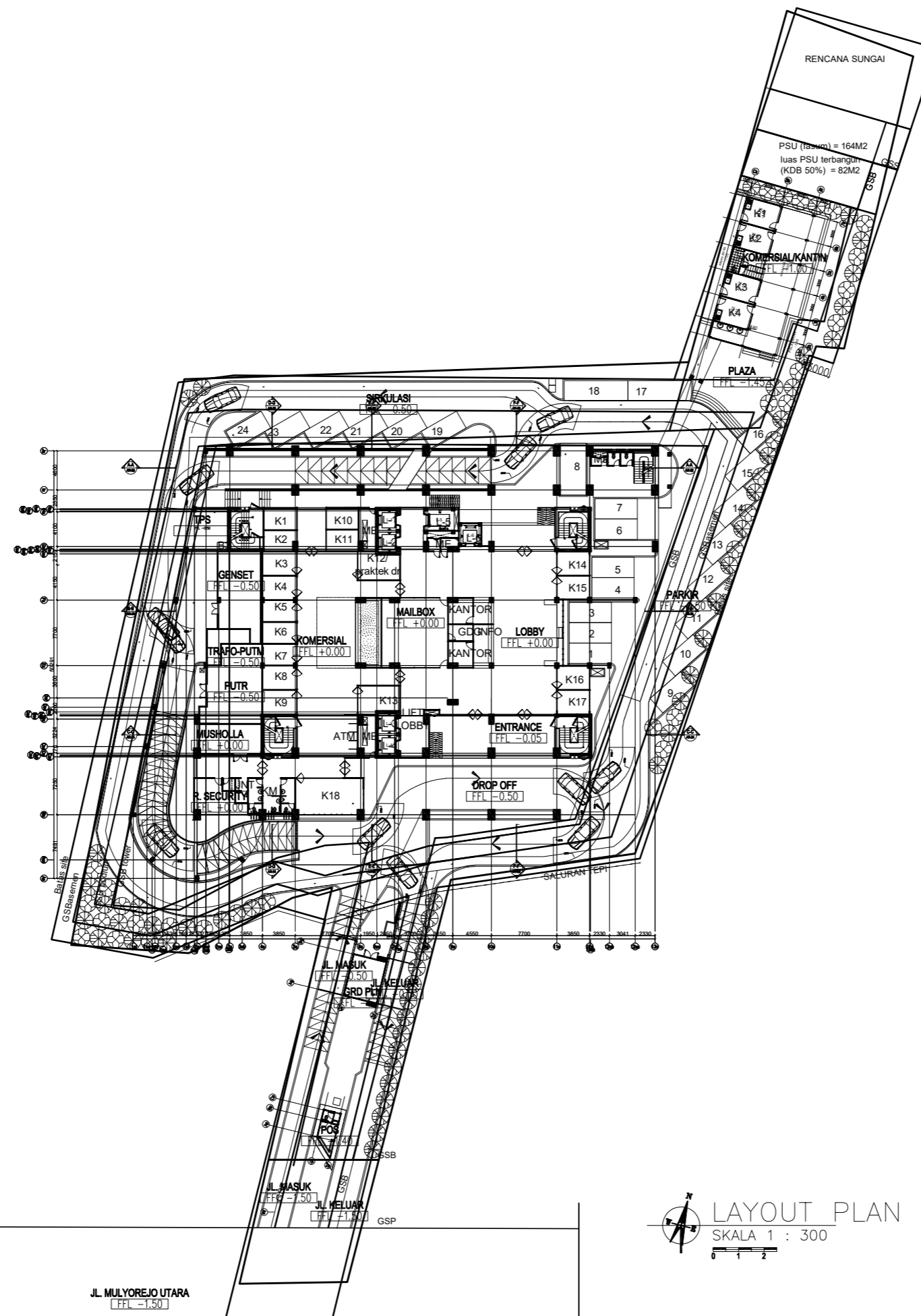
1:300

NO. LEMBAR

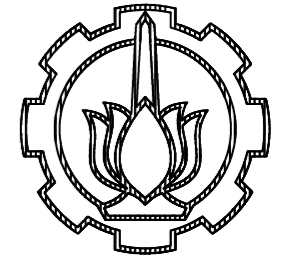
JUMLAH LEMBAR

02

34



LAYOUT PLAN
 SKALA 1 : 300



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

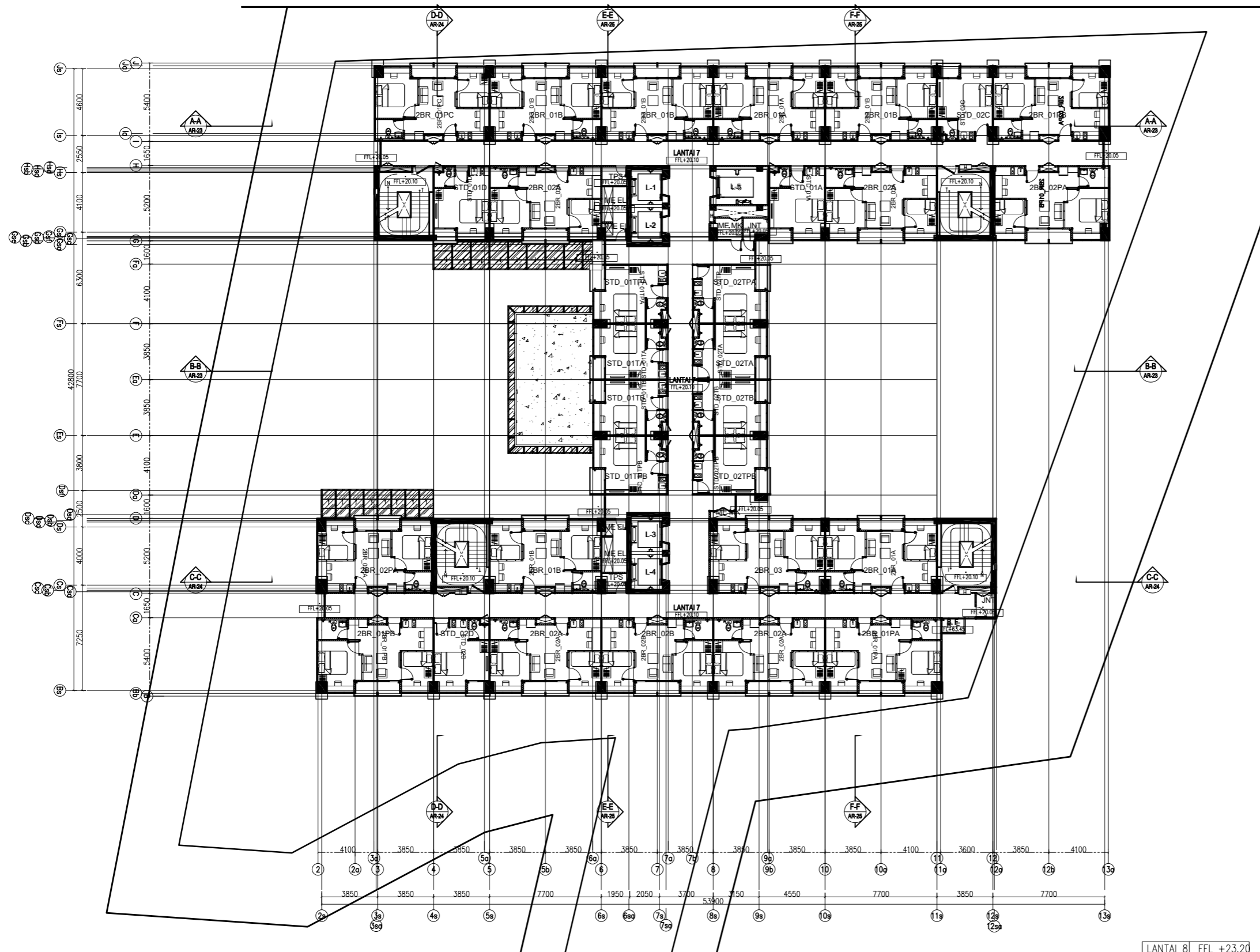
DENAH LANTAI 7-9
 (HUNIAN LT 2-4)

KODE GAMBAR SKALA

ARS 1:150

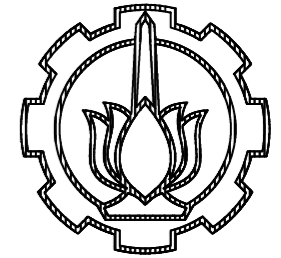
NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR

03 34



LANTAI 8 FFL +23.20
 LANTAI 9 FFL +26.30

DENAH LANTAI 7-9 (HUNIAN LT. 2-4)
 SKALA 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DENAH LANTAI 10
 (HUNIAN LT 5)

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

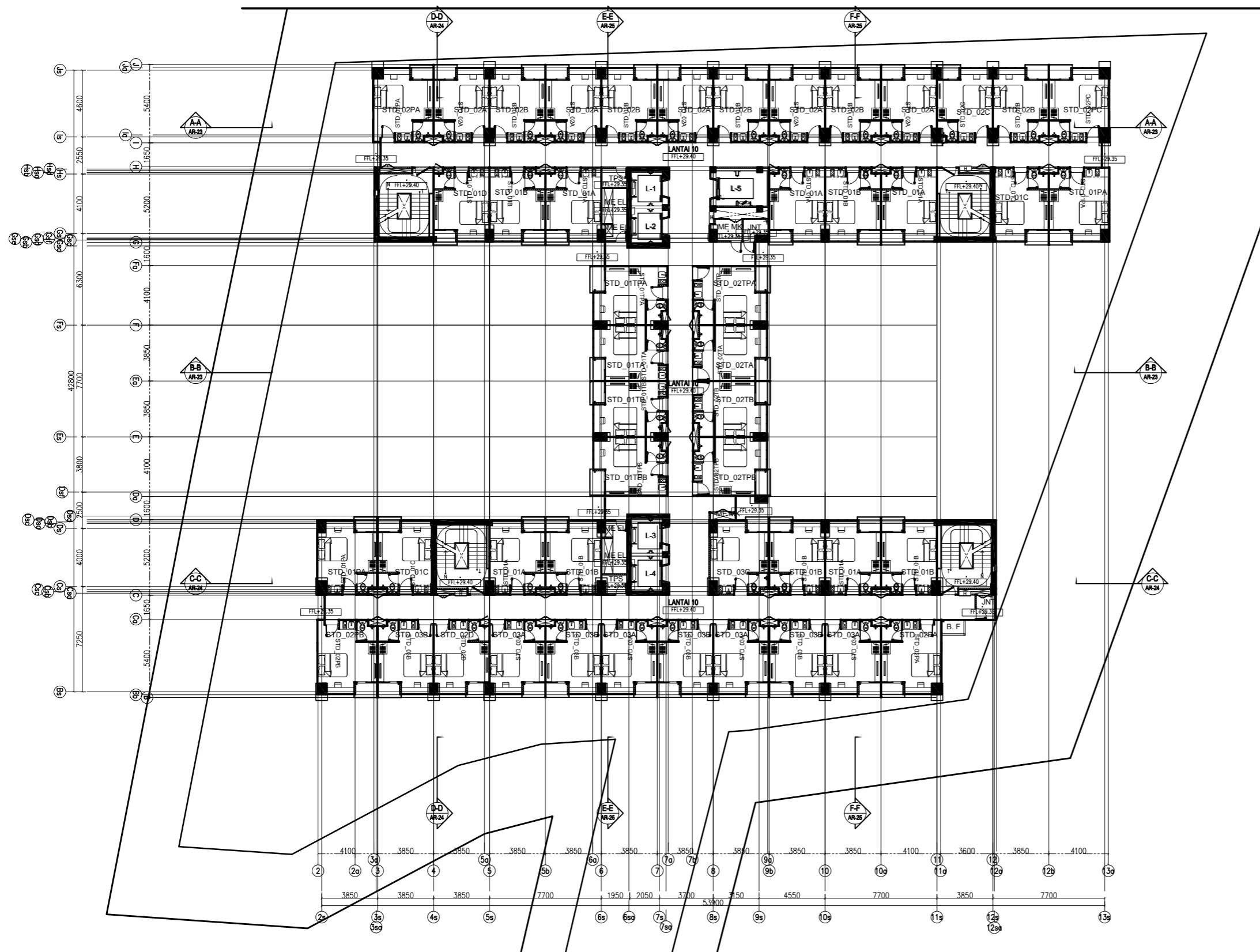
1:150

NO. LEMBAR

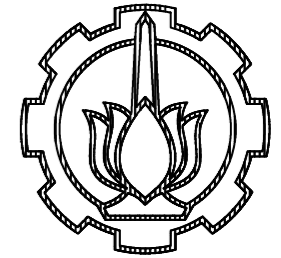
JUMLAH LEMBAR

04

34



DENAH LANTAI 10 (HUNIAN LT. 5)
 SKALA 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

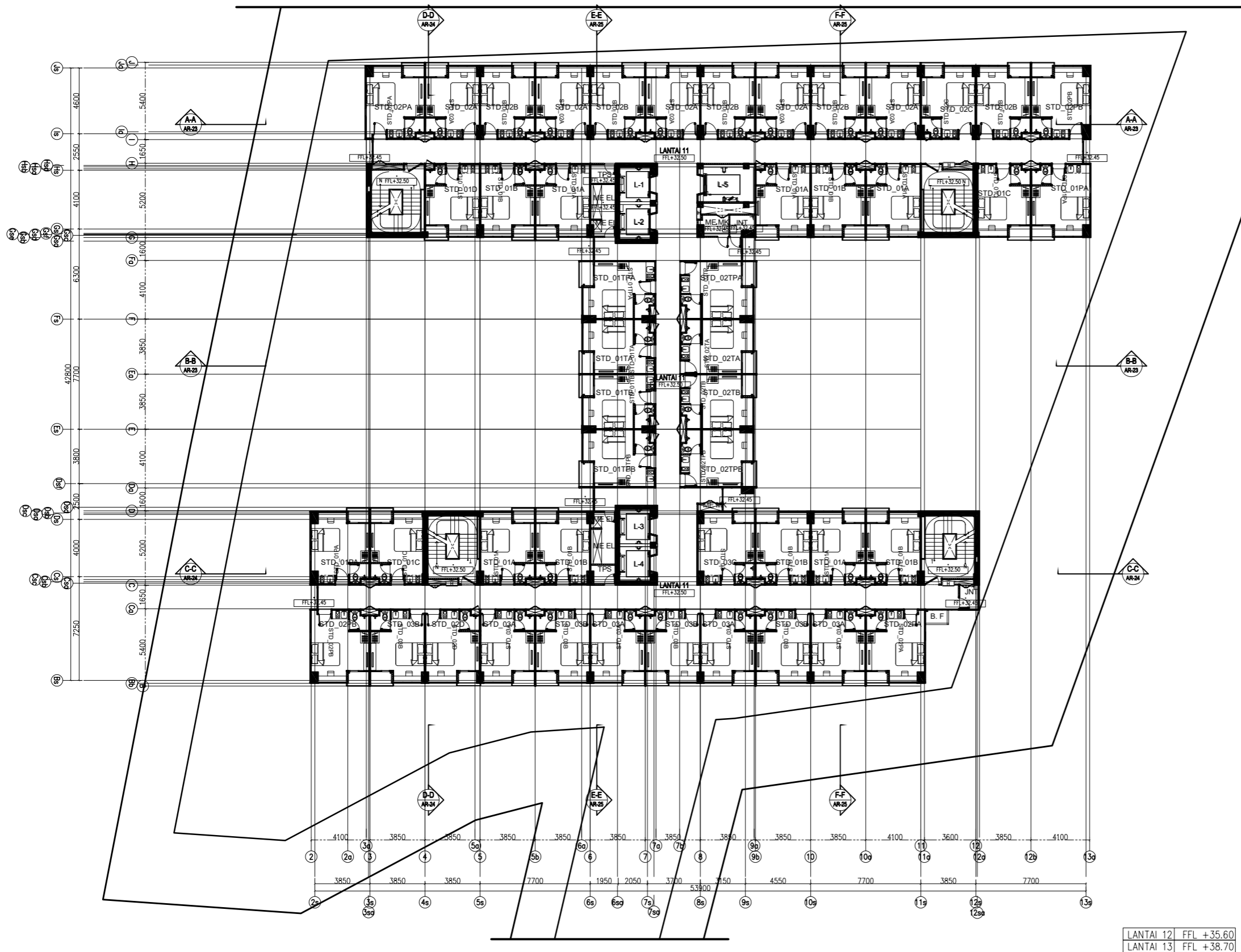
DENAH LANTAI 11-13
 (HUNIAN LT 6-8)

KODE GAMBAR SKALA

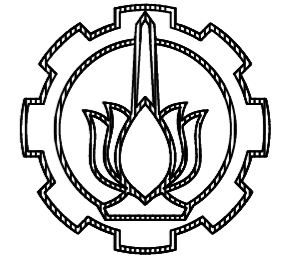
ARS 1:150

NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR

05 34



DENAH LANTAI 11-13 (HUNIAN LT. 6-8)
 SKALA 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

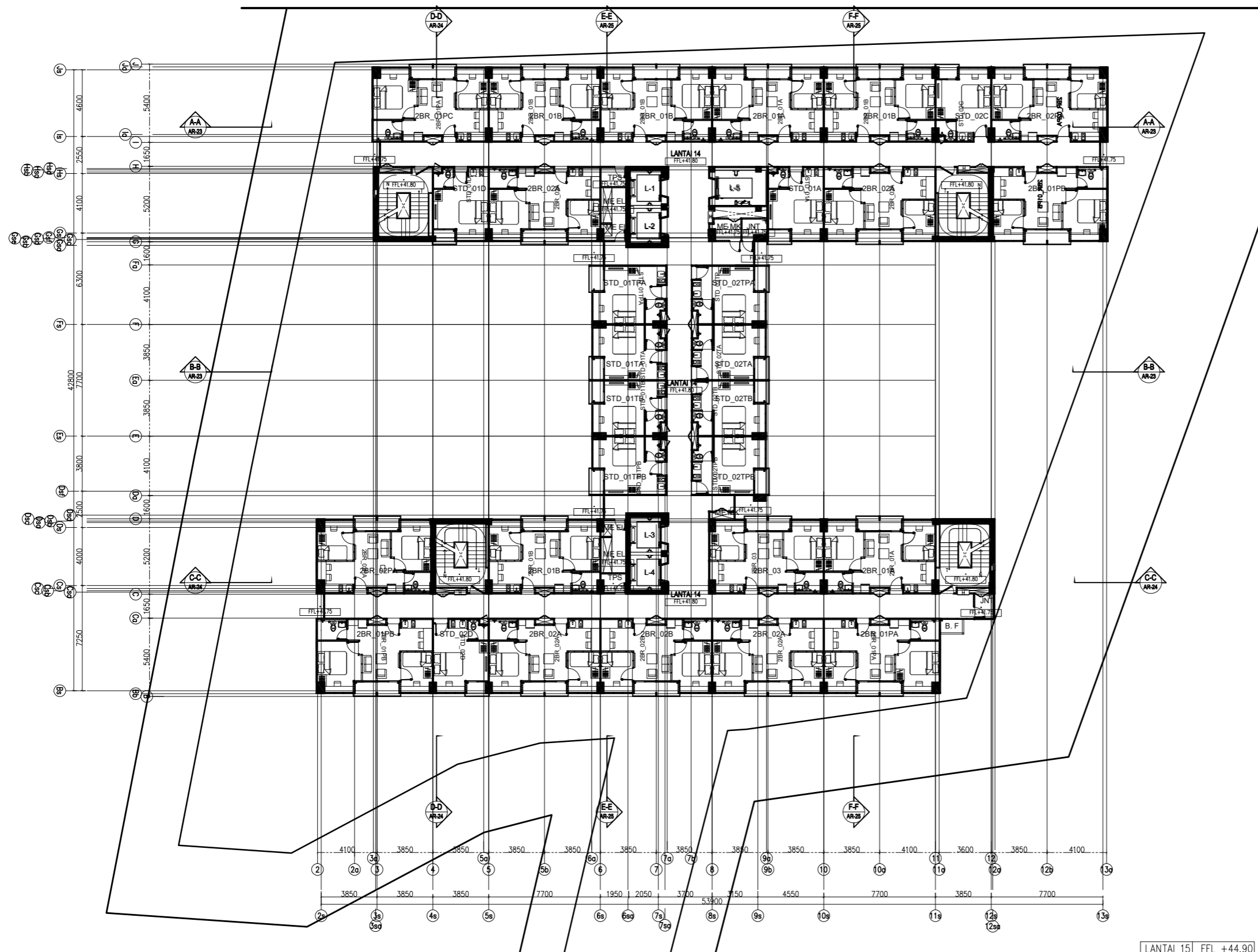
DENAH LANTAI 14-15
 (HUNIAN LT 9-10)

KODE GAMBAR SKALA

ARS 1:150

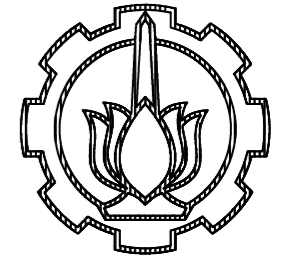
NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR

06 34



LANTAI 15 FFL +44.90

DENAH LANTAI 14-15 (HUNIAN LT. 9-10)
 SKALA 1 : 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
UNTUK MENGATASI
KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI
@MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
= 25 MPa (Balok, Plat, dan
Tangga)

NAMA GAMBAR

TAMPAK UTARA
TAMPAK BARAT

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

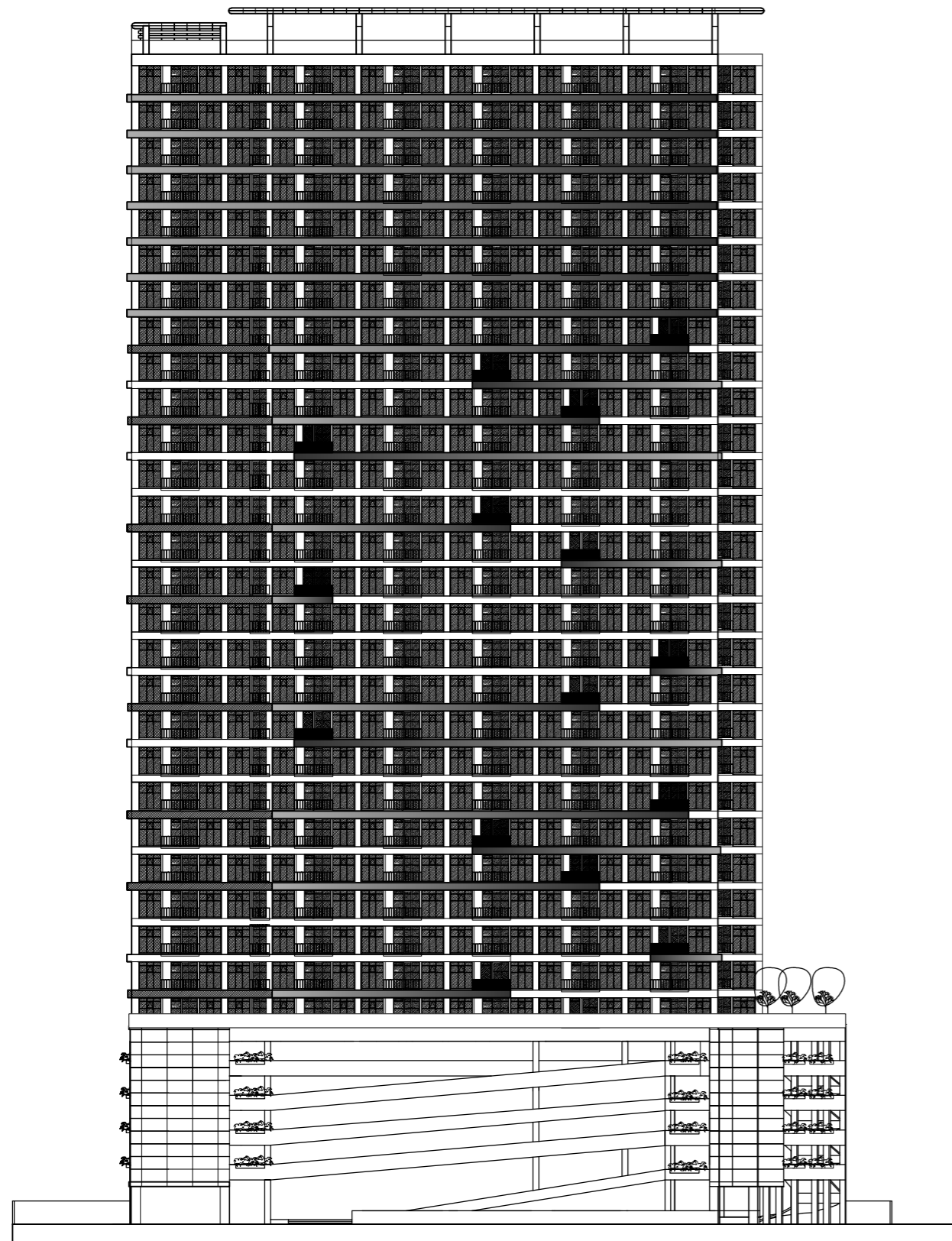
1:500

NO. LEMBAR

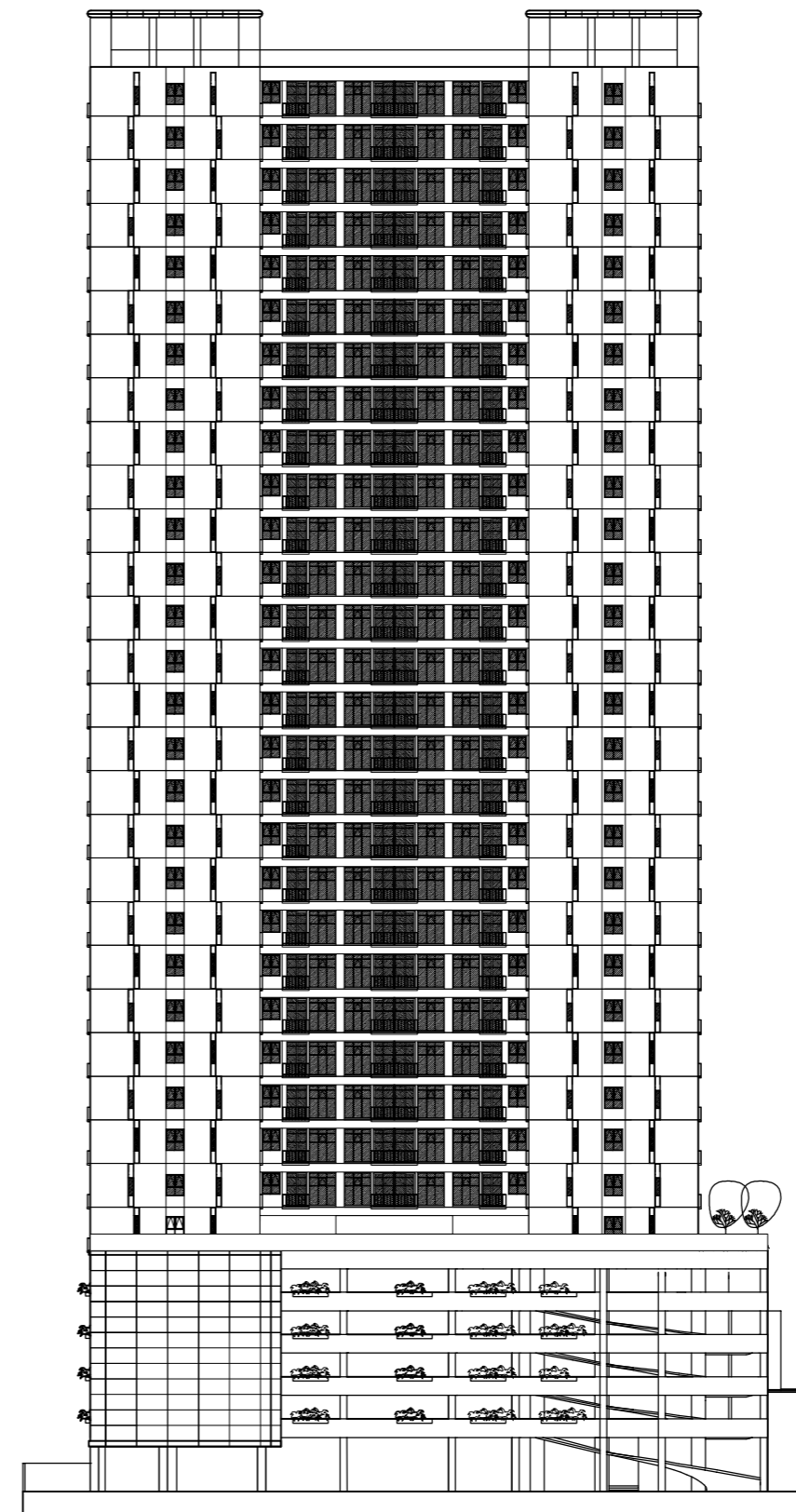
JUMLAH LEMBAR

07

34

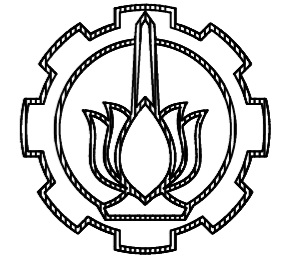


TAMPAK UTARA
SKALA 1 : 500



TAMPAK BARAT
SKALA 1 : 500





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
UNTUK MENGATASI
KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI
@MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
= 25 MPa (Balok, Plat, dan
Tangga)

NAMA GAMBAR

TAMPAK TIMUR
TAMPAK SELATAN

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

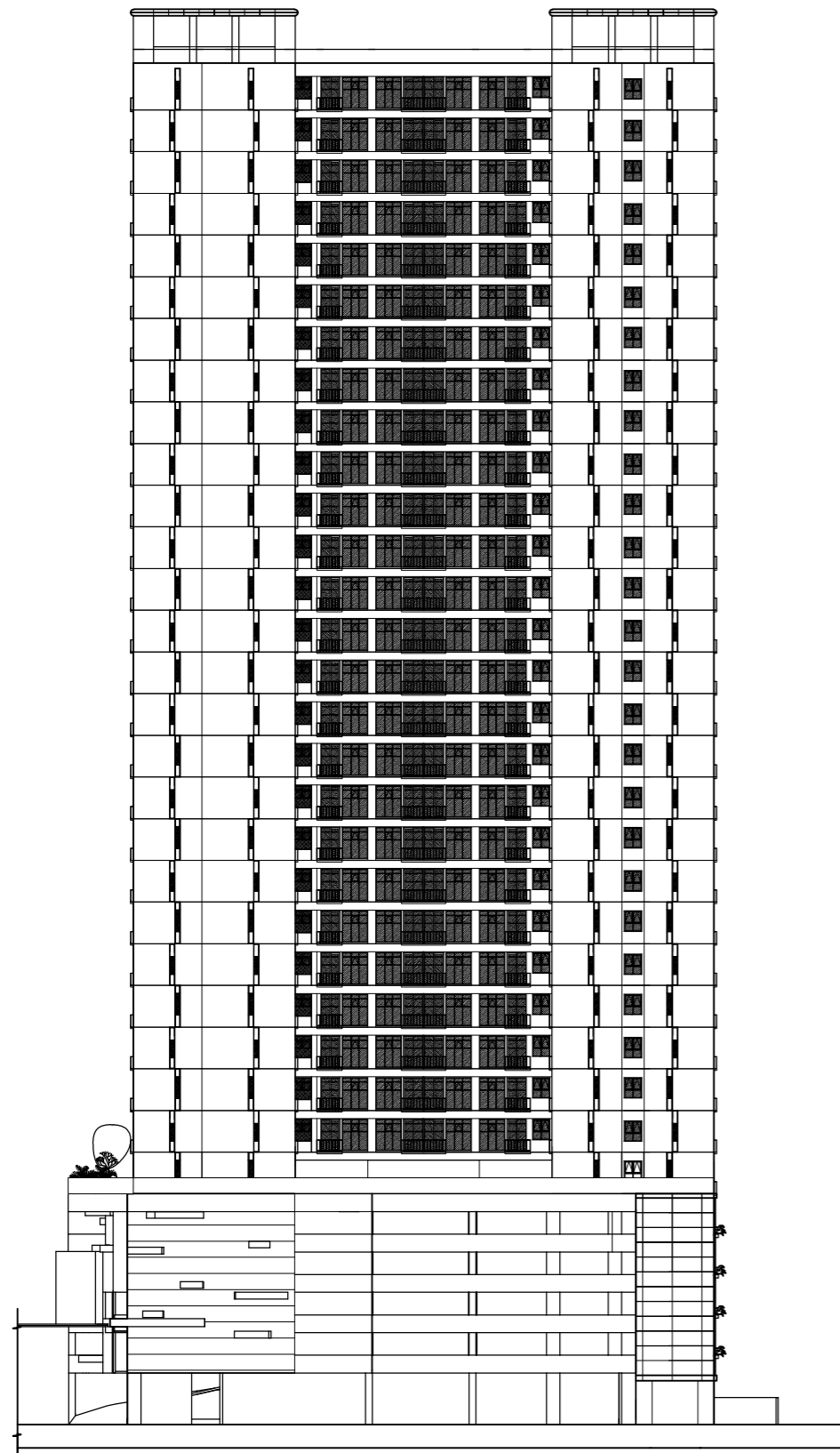
1:500

NO. LEMBAR

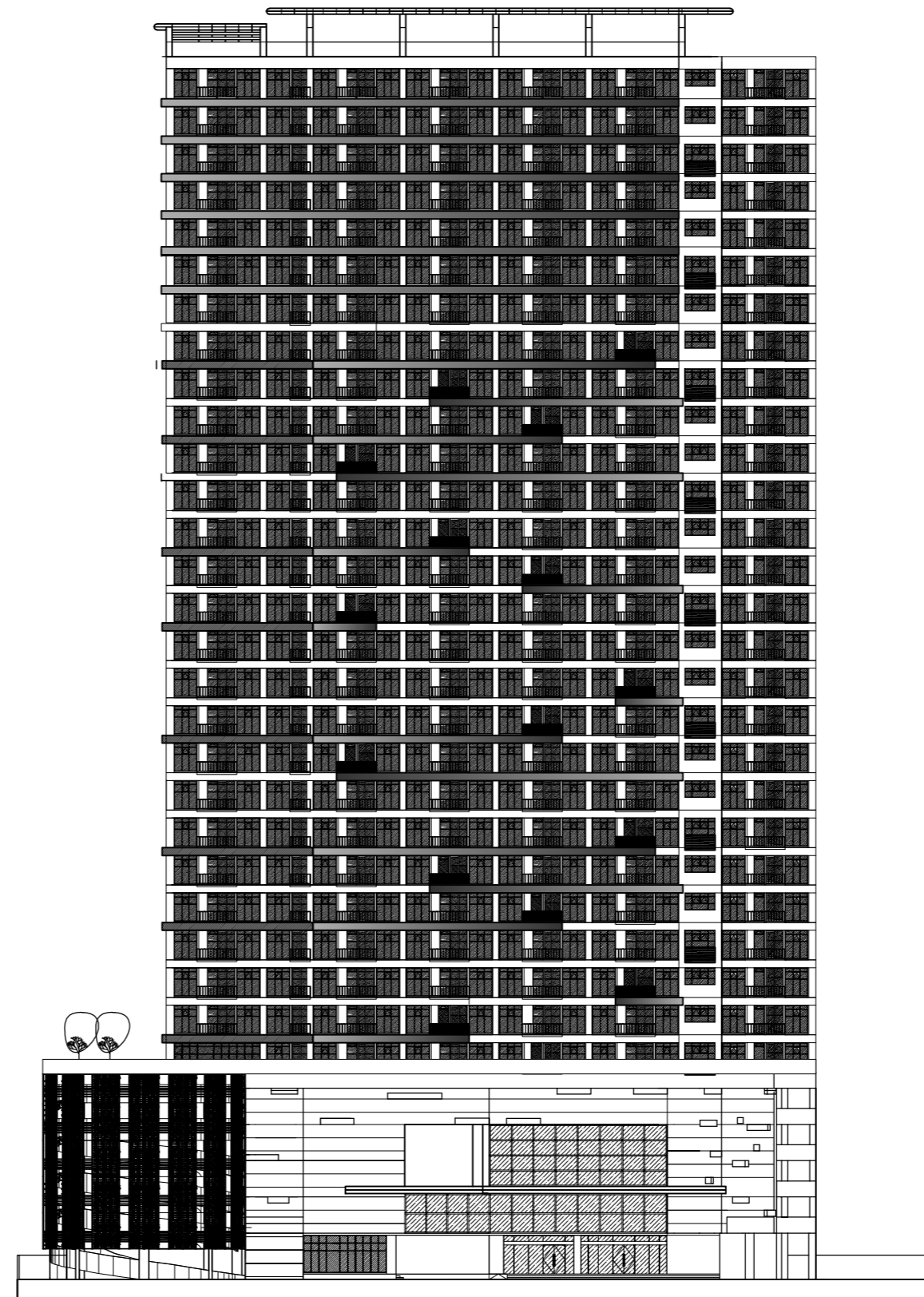
JUMLAH LEMBAR

08

34

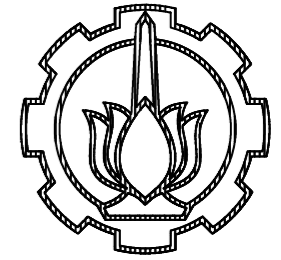


TAMPAK TIMUR
SKALA 1 : 500



TAMPAK SELATAN
SKALA 1 : 500





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

TAMPAK ATAS

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

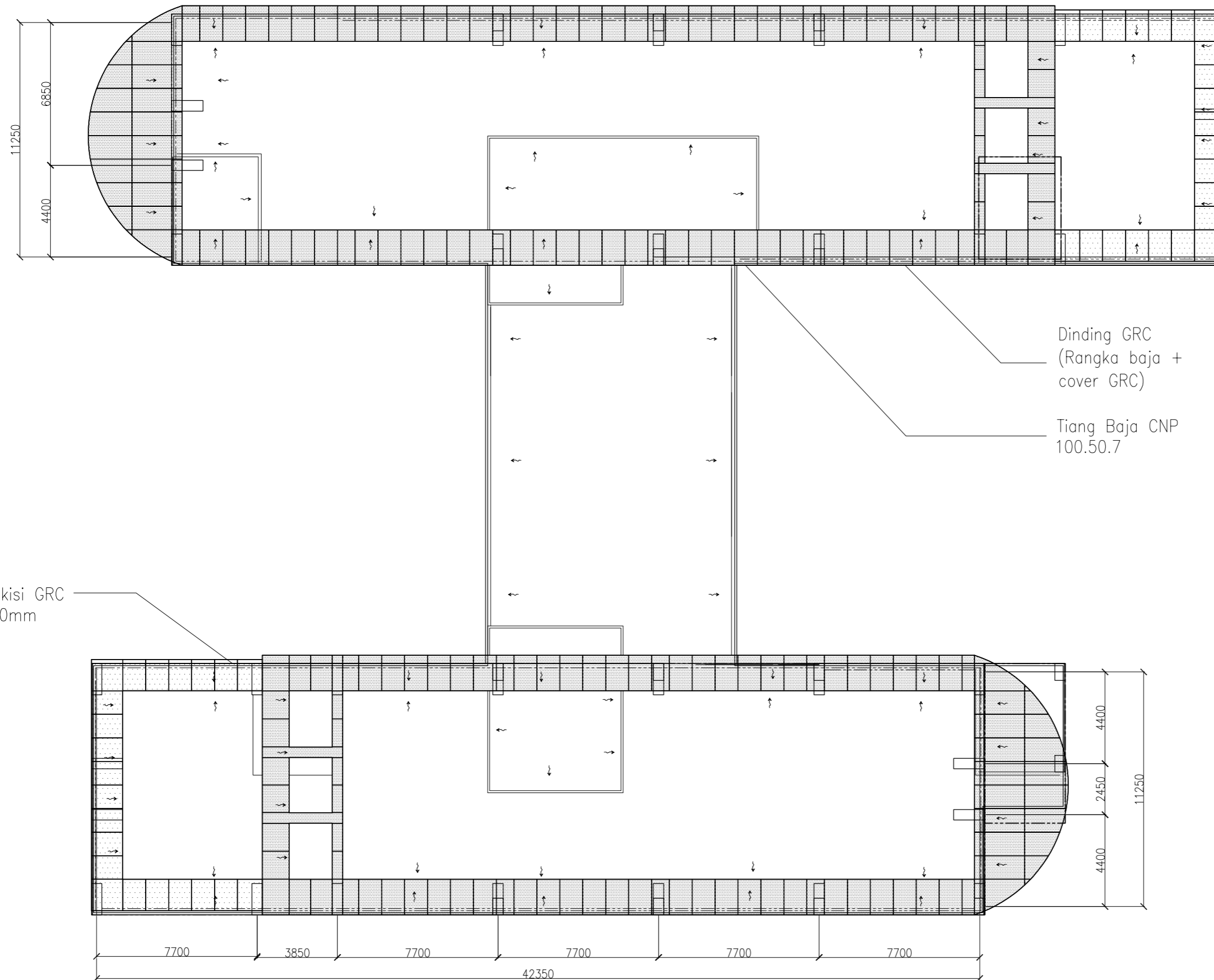
1:100

NO. LEMBAR

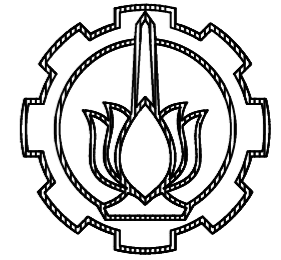
JUMLAH LEMBAR

09

34



TAMPAK ATAS
 SKALA 1 : 100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

PEMBAGIAN ZONA PROYEK

KODE GAMBAR

SKALA

ARS

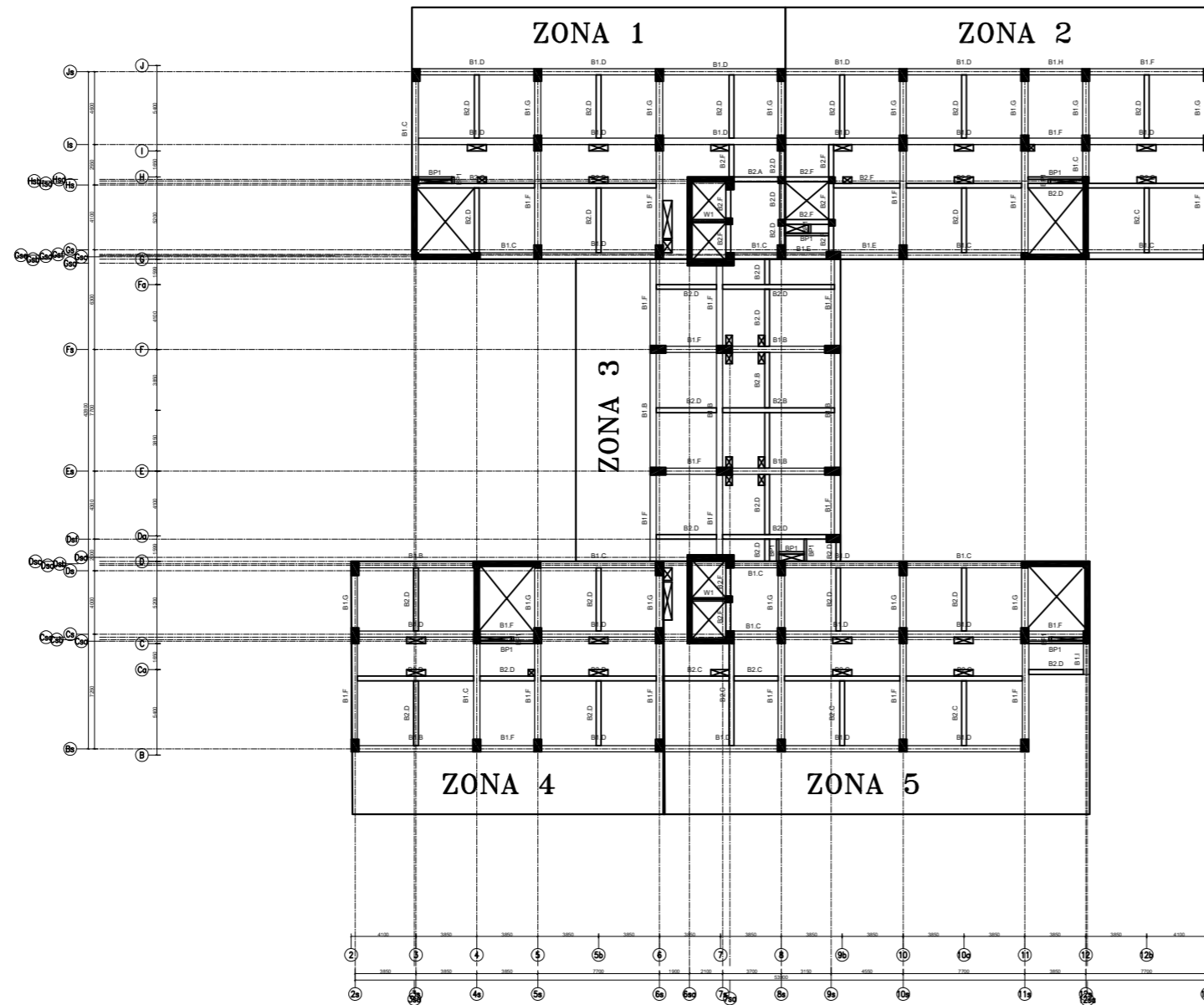
1:200

NO. LEMBAR

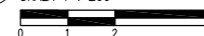
JUMLAH LEMBAR

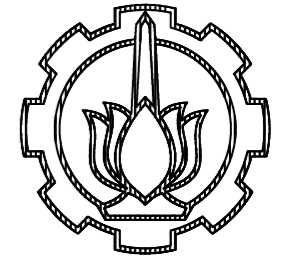
10

34



PEMBAGIAN ZONA PROYEK
 SKALA 1 : 200





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

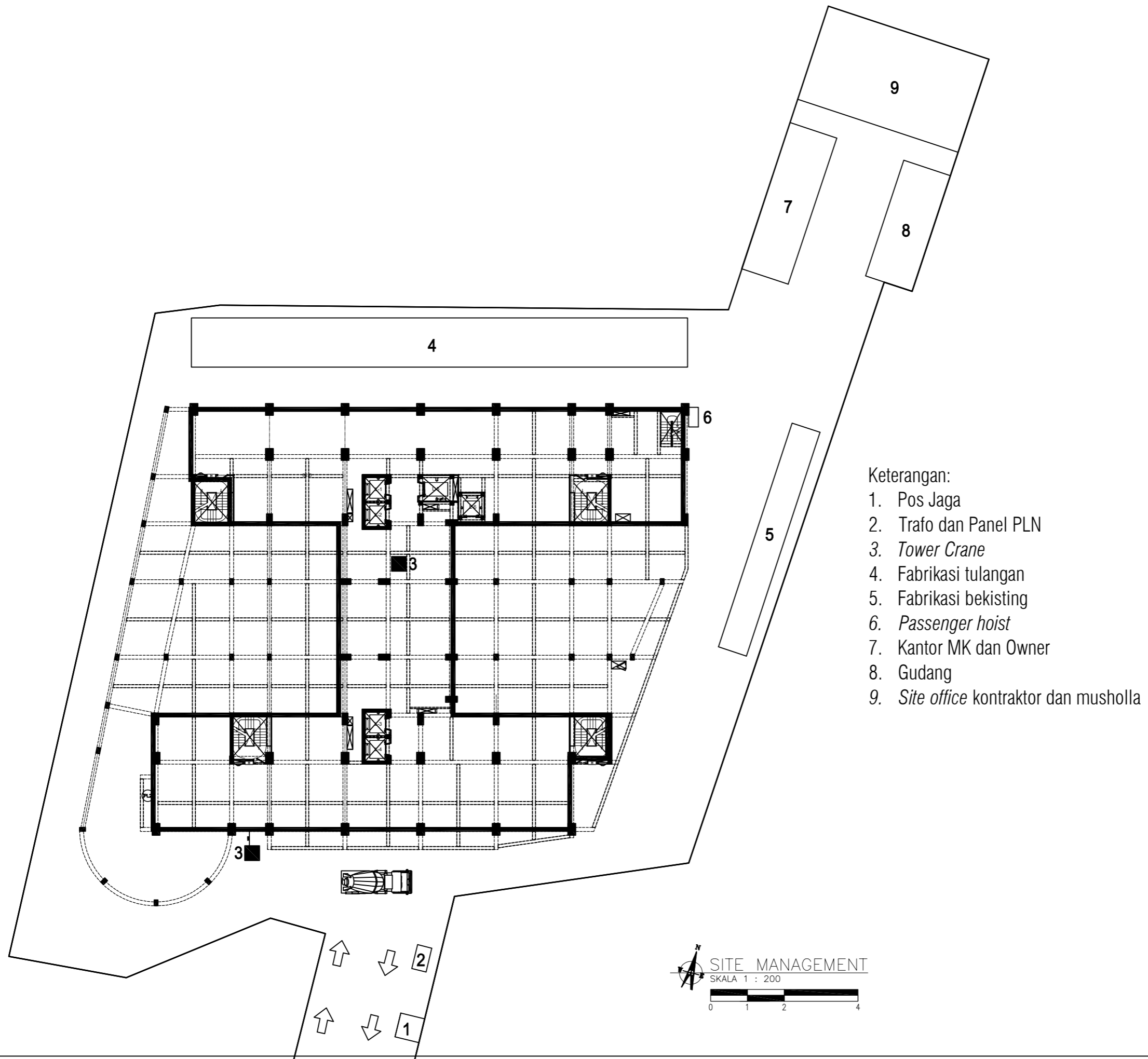
SITE MANAGEMENT

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

ARS	1:200
-----	-------

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

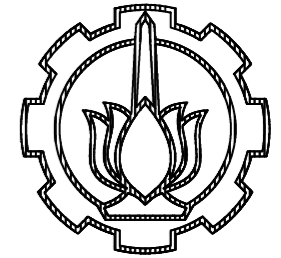
11	34
----	----



Keterangan:

1. Pos Jaga
2. Trafo dan Panel PLN
3. Tower Crane
4. Fabrikasi tulangan
5. Fabrikasi bekisting
6. Passenger hoist
7. Kantor MK dan Owner
8. Gudang
9. Site office kontraktor dan musholla





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

RENCANA KOLOM LANTAI 6
 S/D LANTAI 10

KODE GAMBAR

SKALA

STR

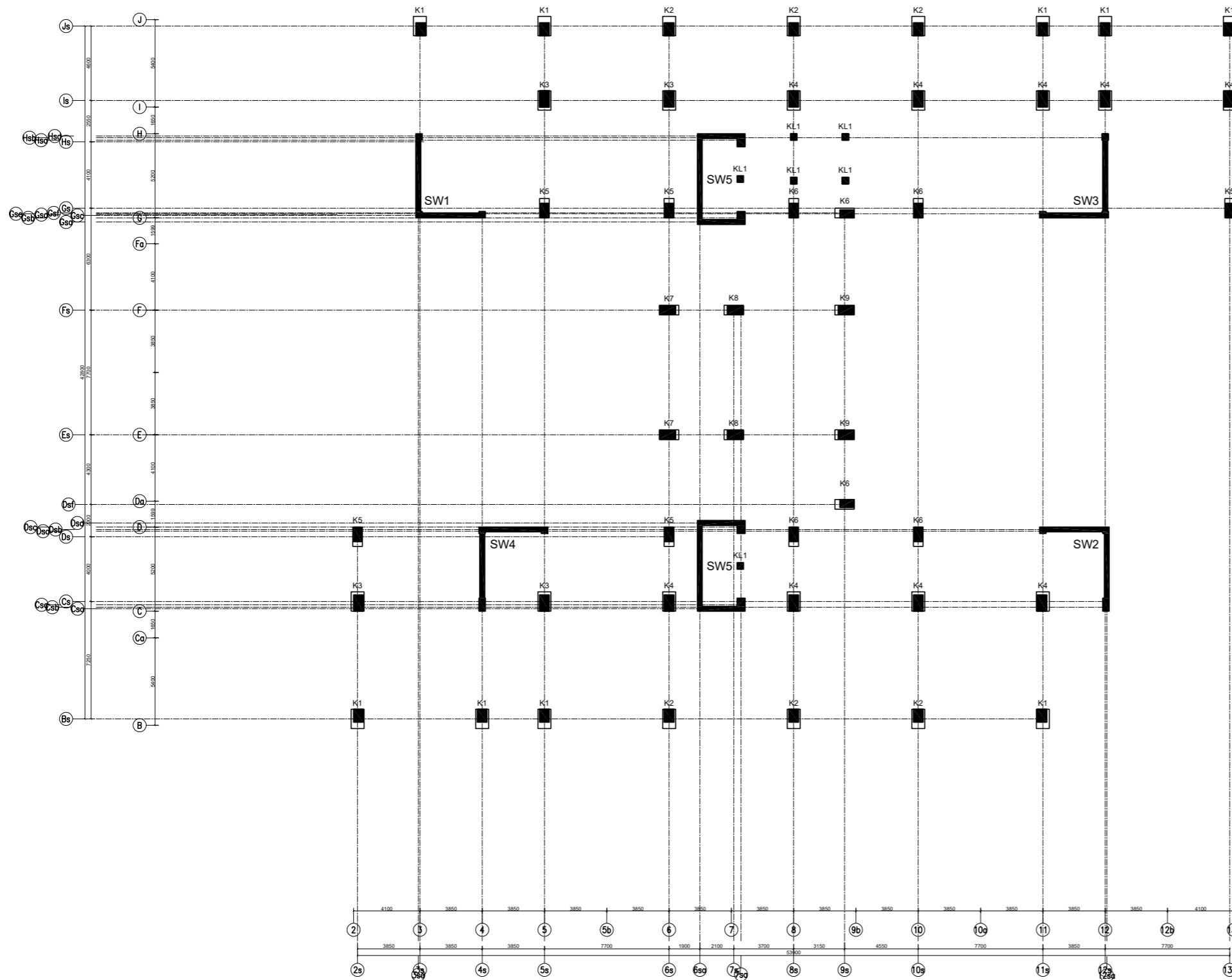
1:150

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

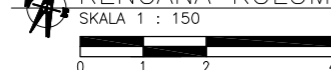
12

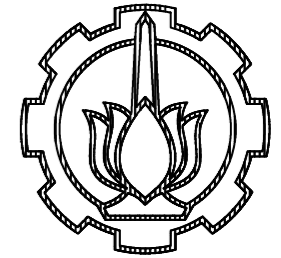
34



RENCANA DIMENSI KOLOM		
NO	TYPE	UKURAN PENAMPANG KOLOM(mm)
1	K1	600 x 800
2	K2	600 x 800
3	K3	600 x 1000
4	K4	600 x 1000
5	K5	500 x 900
6	K6	500 x 900
7	K7	500 x 1000
8	K8	500 x 1000
9	K9	500 x 1000
10	KL1	400 x 400
11	KP1	200 x 200

RENCANA KOLOM LANTAI 6 s/d LANTAI 10 (Elev. +16.95 s/d +32.45)





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

RENCANA KOLOM LANTAI 11
 S/D LANTAI 15

KODE GAMBAR

SKALA

STR

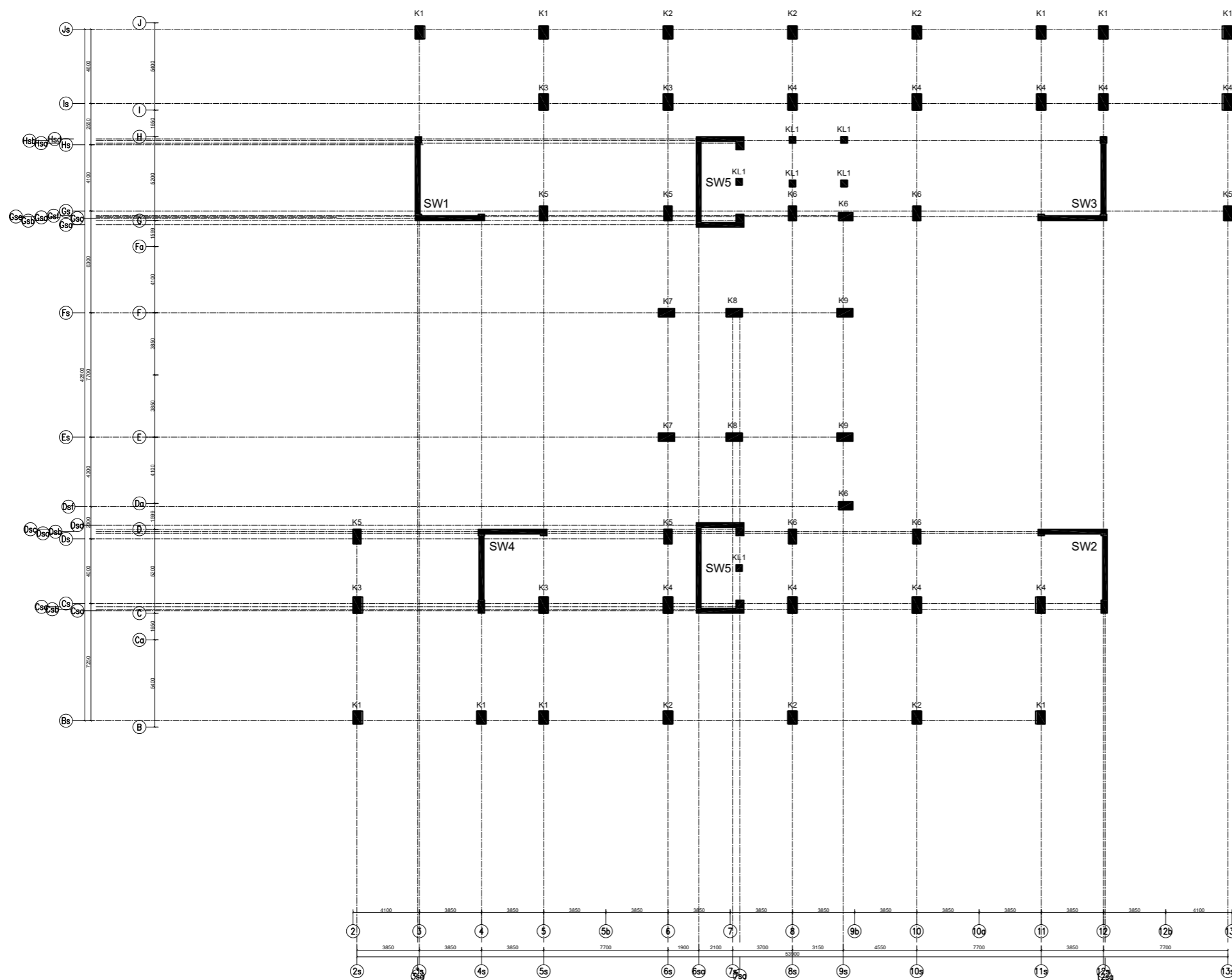
1:150

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

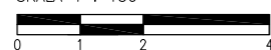
13

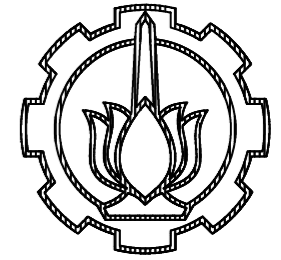
34



RENCANA DIMENSI KOLOM		
NO	TYPE	UKURAN PENAMPANG KOLOM(mm)
1	K1	600 x 800
2	K2	600 x 800
3	K3	600 x 1000
4	K4	600 x 1000
5	K5	500 x 900
6	K6	500 x 900
7	K7	500 x 1000
8	K8	500 x 1000
9	K9	500 x 1000
10	KL1	400 x 400
11	KP1	200 x 200

RENCANA KOLOM LANTAI 11 s/d LANTAI 15 (Elev. +32.45 s/d +47.95)
 SKALA 1 : 150





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM

KODE GAMBAR	SKALA
--------------------	--------------

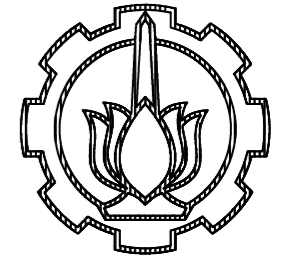
STR	1:20
-----	------

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
-------------------	----------------------

14	34
----	----

KONDISI	K1		K2		K3		K4	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
SEMI BASEMENT s/d LANTAI 1 (Elev. -3.50 s/d +4.00)								
PENAMPANG KOLOM	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm
TULANGAN	24 D25	24 D25	32 D25	32 D25	32 D25	32 D25	56 D25	56 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 2 s/d LANTAI 3 (Elev. +4.00 s/d +10.00)								
PENAMPANG KOLOM	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm
TULANGAN	24 D25	24 D25	24 D25	24 D25	24 D25	24 D25	36 D25	36 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 4 s/d LANTAI 5 (Elev. +10.00 s/d +16.95)								
PENAMPANG KOLOM	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm	800 mm x 1200 mm
TULANGAN	24 D25	24 D25	24 D25	24 D25	24 D25	24 D25	24 D25	24 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 6 s/d LANTAI 8 (Elev. +16.95 s/d +26.25)								
PENAMPANG KOLOM	600 mm x 800 mm	600 mm x 800 mm	600 mm x 800 mm	600 mm x 800 mm	600 mm x 1000 mm	600 mm x 1000 mm	600 mm x 1000 mm	600 mm x 1000 mm
TULANGAN	32 D25	32 D25	40 D25	40 D25	48 D25	48 D25	48 D25	48 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150

TABEL PENULANGAN KOLOM
 SKALA 1:20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM

KODE GAMBAR

SKALA

STR

1:20

NO. LEMBAR

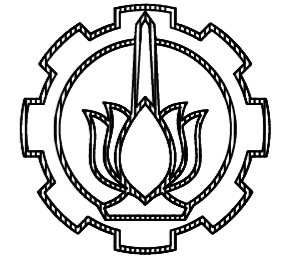
JUMLAH LEMBAR

15

34

KONDISI	K5		K6		K7		K8	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
SEMI BASEMENT s/d LANTAI 1 (Elv. -3.50 s/d +4.00)								
PENAMPANG KOLOM	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm
TULANGAN	36 D25	36 D25	52 D25	52 D25	44 D25	44 D25	60 D25	60 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 2 s/d LANTAI 3 (Elv. +4.00 s/d +10.00)								
PENAMPANG KOLOM	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm
TULANGAN	24 D25	24 D25	36 D25	36 D25	40 D25	40 D25	56 D25	56 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 4 s/d LANTAI 5 (Elv. +10.00 s/d +16.95)								
PENAMPANG KOLOM	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm
TULANGAN	20 D25	20 D25	24 D25	24 D25	20 D25	20 D25	40 D25	40 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 6 s/d LANTAI 8 (Elv. +16.95 s/d +26.25)								
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	28 D25	28 D25	32 D25	32 D25	28 D25	28 D25	40 D25	40 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150

TABEL PENULANGAN KOLOM
 SKALA 1:20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM

KODE GAMBAR	SKALA
--------------------	--------------

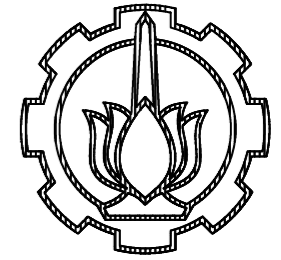
STR	1:20
-----	------

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
-------------------	----------------------

16	34
----	----

KONDISI	K9		K10		K11		KL1		
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	
SEMI BASEMENT s/d LANTAI 1 (Elev. -3.50 s/d +4.00)									
PENAMPANG KOLOM	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	500 mm x 600 mm	500 mm x 600 mm	400 mm x 600 mm	400 mm x 600 mm	400 mm x 400 mm	400 mm x 400 mm	
TULANGAN	44 D25	44 D25	20 D25	20 D25	16 D25	16 D25	8 D22	8 D22	
BEGEL	D13 - 100	D13 - 100	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	
LANTAI 2 s/d LANTAI 3 (Elev. +4.00 s/d +10.00)									
PENAMPANG KOLOM	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	500 mm x 600 mm	500 mm x 600 mm	400 mm x 600 mm	400 mm x 600 mm	400 mm x 400 mm	400 mm x 400 mm	
TULANGAN	44 D25	44 D25	20 D25	20 D25	16 D25	16 D25	8 D22	8 D22	
BEGEL	D13 - 100	D13 - 100	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	
LANTAI 4 s/d LANTAI 5 (Elev. +10.00 s/d +16.95)									
PENAMPANG KOLOM	600 mm x 1200 mm	600 mm x 1200 mm	500 mm x 600 mm	500 mm x 600 mm	400 mm x 600 mm	400 mm x 600 mm	400 mm x 400 mm	400 mm x 400 mm	
TULANGAN	32 D25	32 D25	20 D25	20 D25	16 D25	16 D25	8 D22	8 D22	
BEGEL	D13 - 100	D13 - 100	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	
LANTAI 6 s/d LANTAI 8 (Elev. +16.95 s/d +26.25)			<div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> HANYA DI (Elev. +16.00 s/d +19.85) </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> KP1 </div> </div>						
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm							
TULANGAN	32 D25	32 D25							
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150							

TABEL PENULANGAN KOLOM
 SKALA 1:20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

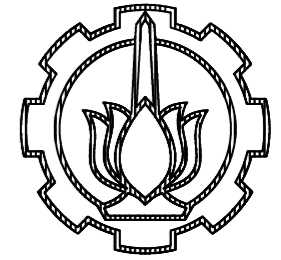
NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1:20
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
17	34

KONDISI	K1		K2		K3		K4	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
LANTAI 9 s/d LANTAI 10 (Elev. +26.25 s/d +32.45)								
PENAMPANG KOLOM	600 mm x 800 mm	600 mm x 800 mm	600 mm x 800 mm	600 mm x 800 mm	600 mm x 1000 mm	600 mm x 1000 mm	600 mm x 1000 mm	600 mm x 1000 mm
TULANGAN	32 D25	32 D25	36 D25	36 D25	36 D25	36 D25	40 D25	40 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 11 s/d LANTAI 13 (Elev. +32.45 s/d +41.75)								
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	24 D25	24 D25	36 D25	36 D25	28 D25	28 D25	36 D25	36 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 14 s/d LANTAI 15 (Elev. +41.75 s/d +47.95)								
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	20 D25	20 D25	24 D25	24 D25	16 D25	16 D25	24 D25	24 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 16 s/d LANTAI 20 (Elev. +47.95 s/d +63.45)								
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm
TULANGAN	12 D25	12 D25	24 D25	24 D25	12 D25	12 D25	24 D25	24 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150

TABEL PENULANGAN KOLOM
 SKALA 1:20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM

KODE GAMBAR

SKALA

STR

1:20

NO. LEMBAR

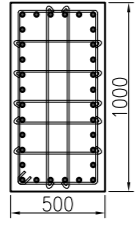
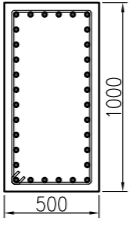
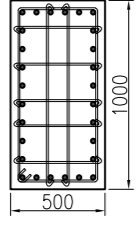
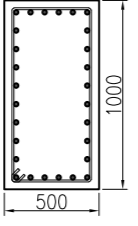
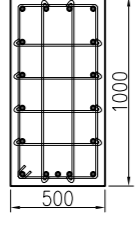
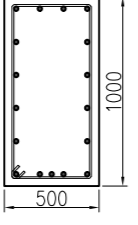
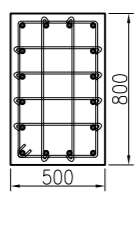
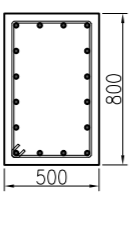
JUMLAH LEMBAR

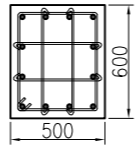
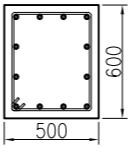
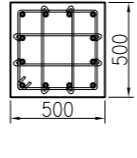
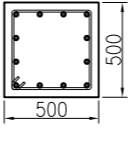
18

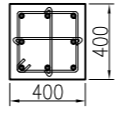
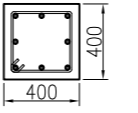
34

KONDISI	K5		K6		K7		K8	
	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN	TUMPUAN	LAPANGAN
LANTAI 9 s/d LANTAI 10 (Elv. +26.25 s/d +32.45)								
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	20 D25	20 D25	28 D25	28 D25	16 D25	16 D25	32 D25	32 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 11 s/d LANTAI 13 (Elv. +32.45 s/d +41.75)								
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	16 D25	16 D25	24 D25	24 D25	12 D25	12 D25	32 D25	32 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 14 s/d LANTAI 15 (Elv. +41.75 s/d +47.95)								
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 900 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	12 D25	12 D25	20 D25	20 D25	12 D25	12 D25	24 D25	24 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 16 s/d LANTAI 20 (Elv. +47.95 s/d +63.45)								
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 700 mm	500 mm x 700 mm	500 mm x 700 mm	500 mm x 700 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm
TULANGAN	12 D25	12 D25	20 D25	20 D25	12 D25	12 D25	16 D25	16 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150

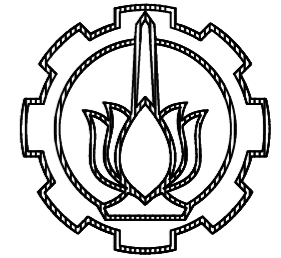
TABEL PENULANGAN KOLOM
 SKALA 1:20

K9		
KONDISI	TUMPUAN	LAPANGAN
LANTAI 9 s/d LANTAI 10 (Elev. +26.25 s/d +32.45)		
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	32 D25	32 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 11 s/d LANTAI 13 (Elev. +32.45 s/d +41.75)		
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	28 D25	28 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 14 s/d LANTAI 15 (Elev. +41.75 s/d +47.95)		
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 1000 mm	500 mm x 1000 mm
TULANGAN	16 D25	16 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 16 s/d LANTAI 20 (Elev. +47.95 s/d +63.45)		
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 800 mm	500 mm x 800 mm
TULANGAN	16 D25	16 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150

K9		
KONDISI	TUMPUAN	LAPANGAN
LANTAI 21 s/d LANTAI 25 (Elev. +63.45 s/d +78.95)		
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 600 mm	500 mm x 600 mm
TULANGAN	12 D25	12 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150
LANTAI 26 s/d LANTAI 32 (Elev. +78.95 s/d +101.10)		
PENAMPANG KOLOM	500 mm x 500 mm	500 mm x 500 mm
TULANGAN	12 D25	12 D25
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150

KL1		
KONDISI	TUMPUAN	LAPANGAN
LANTAI 6 s/d LANTAI 33 (Elev. +16.95 s/d +101.10)		
PENAMPANG KOLOM	400 mm x 400 mm	400 mm x 400 mm
TULANGAN	8 D22	8 D22
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150

 TABEL PENULANGAN KOLOM
SKALA 1:20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
UNTUK MENGATASI
KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI
@MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
NRP . 1011141000053

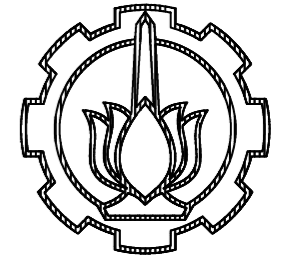
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
= 25 MPa (Balok, Plat, dan
Tangga)

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN KOLOM

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1:20
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
19	34



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP. 1011141000053

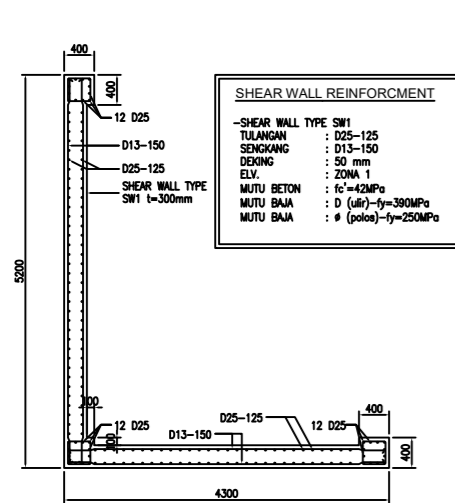
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

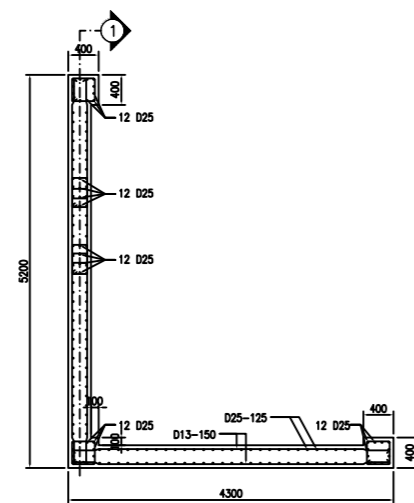
NAMA GAMBAR

DETAIL SHEARWALL TIPE SW1

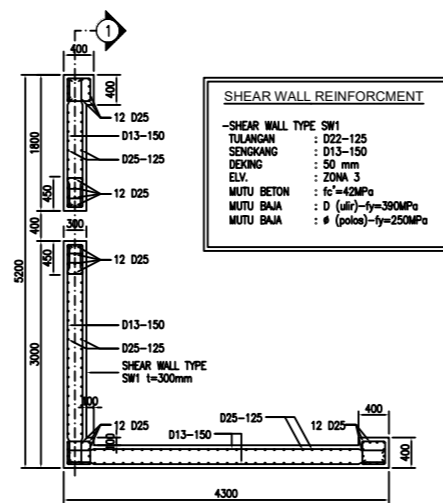
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1:50
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
20	34



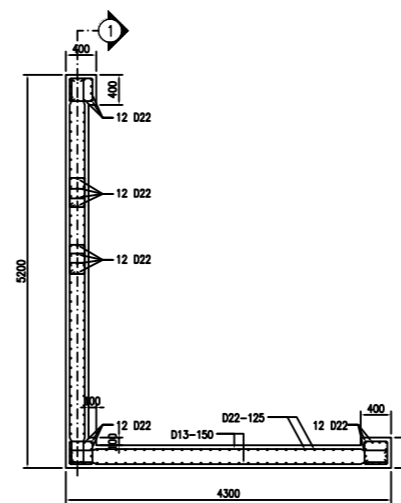
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 1)
 Skala 1 : 50



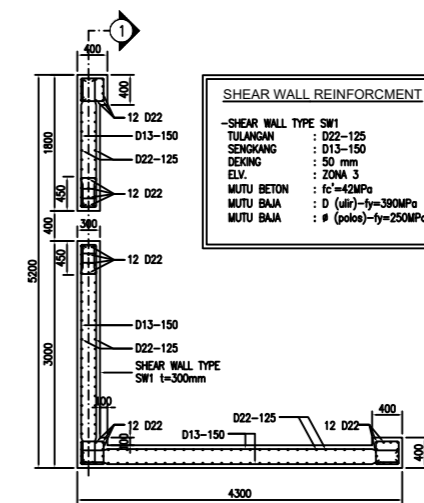
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 2)
 Skala 1 : 50



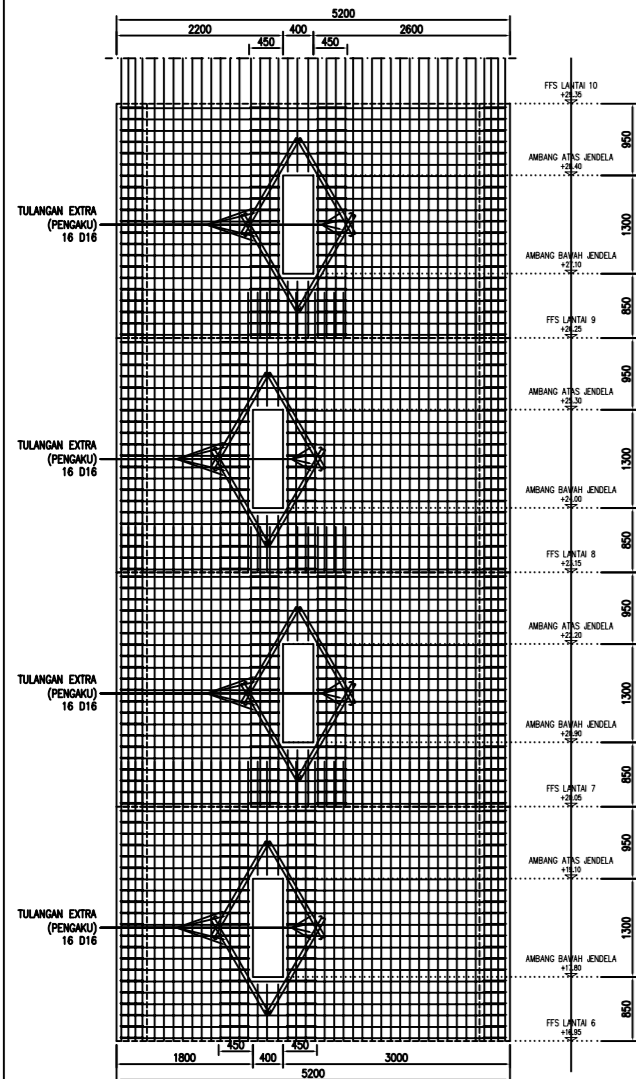
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 2)
 Skala 1 : 50



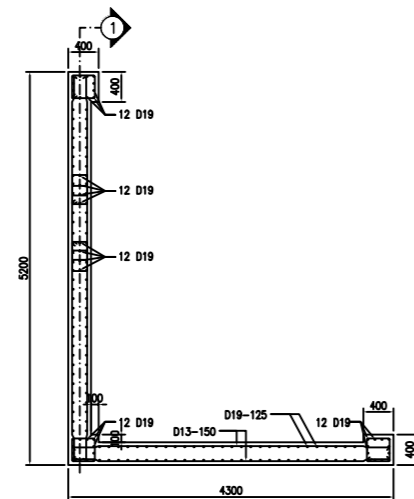
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 3)
 Skala 1 : 50



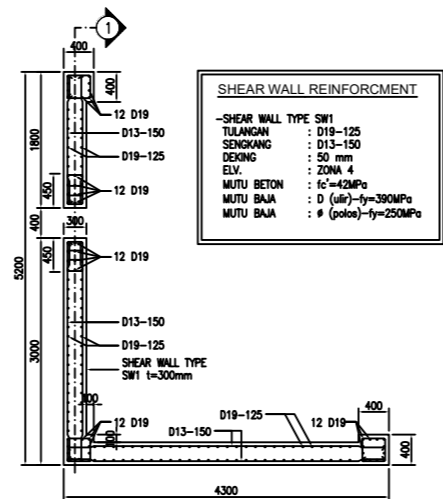
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 3)
 Skala 1 : 50



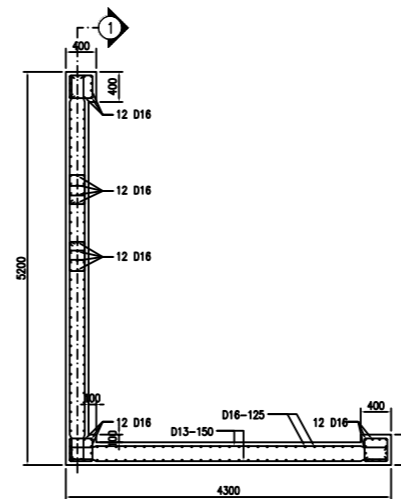
POT. 1 TYPICAL SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 2 s/d 6)
 Skala 1 : 50



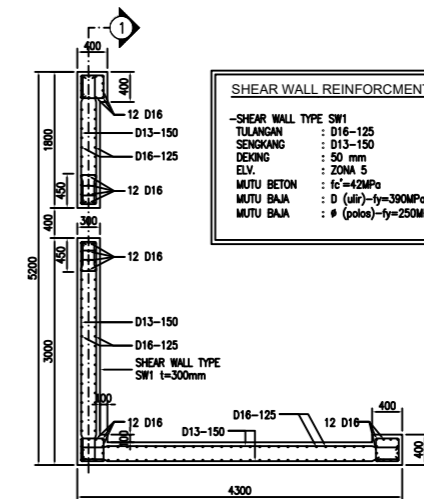
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 4)
 Skala 1 : 50



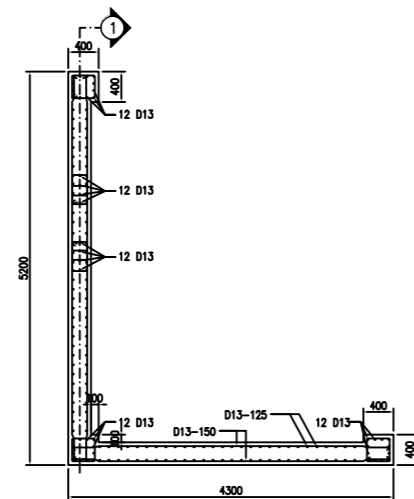
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 4)
 Skala 1 : 50



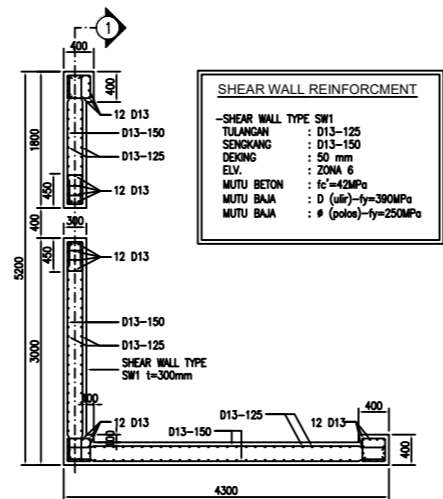
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 5)
 Skala 1 : 50



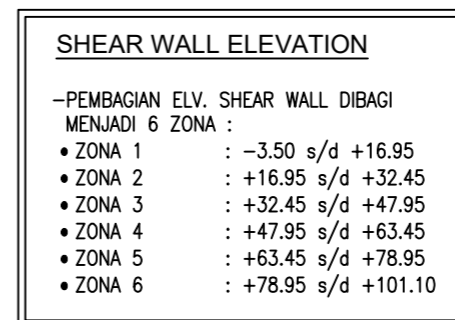
SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 5)
 Skala 1 : 50

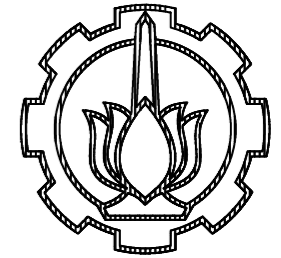


SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 6)
 Skala 1 : 50



SHEAR WALL TYPE SW1 (ZONA 6)
 Skala 1 : 50





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP. 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

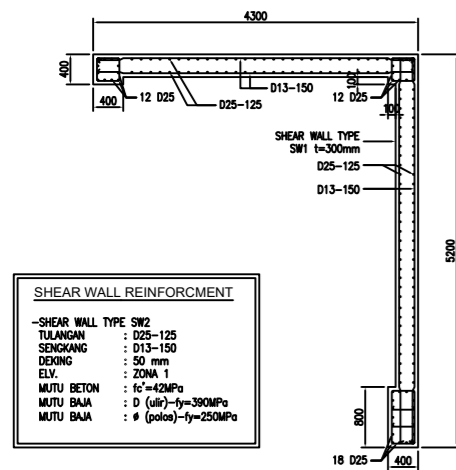
DETAIL SHEARWALL TIPE SW2

KODE GAMBAR SKALA

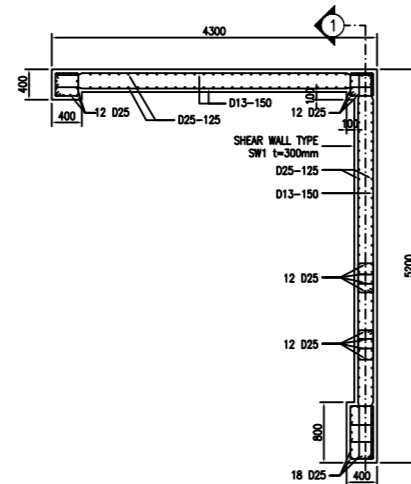
STR 1:50

NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR

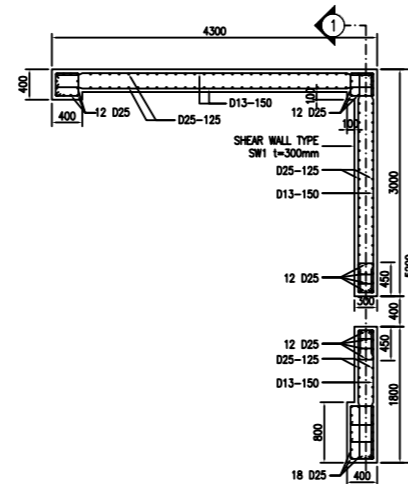
21 34



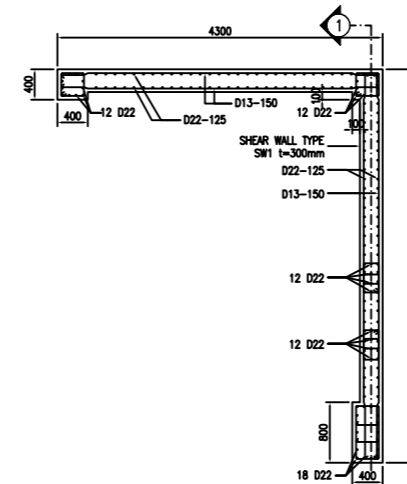
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 1)
 Skala 1 : 50



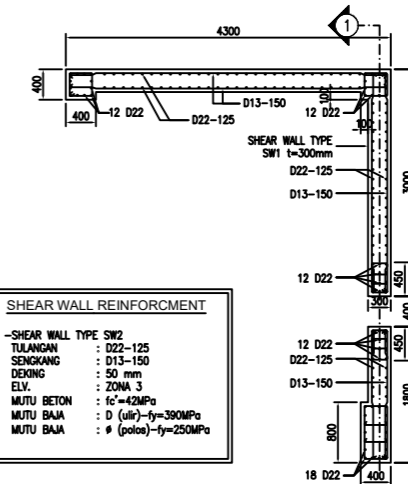
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 2)
 Skala 1 : 50



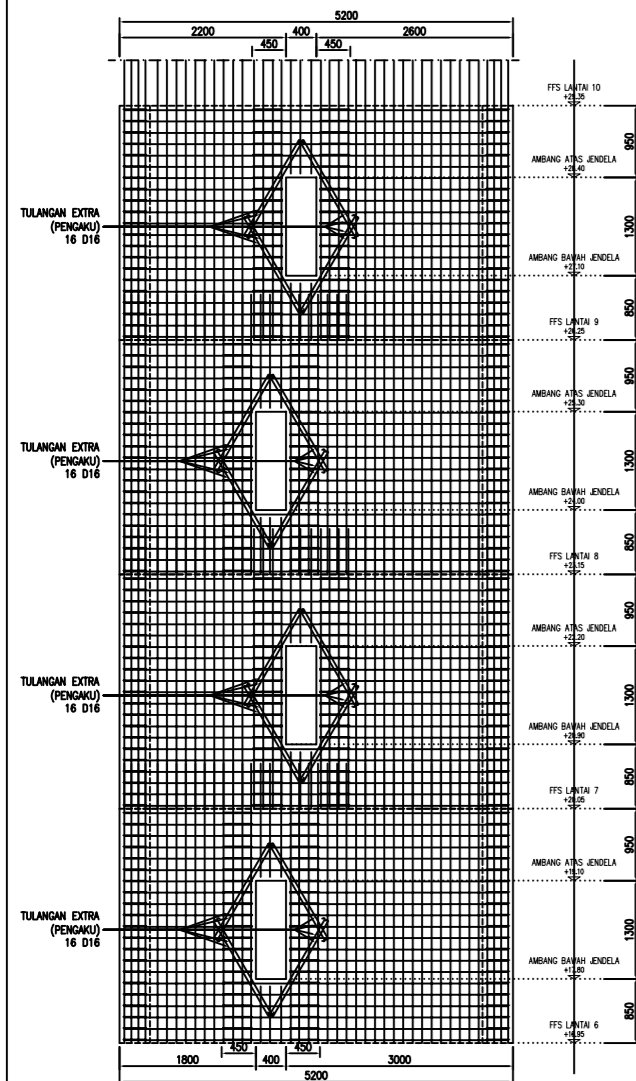
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 2)
 Skala 1 : 50



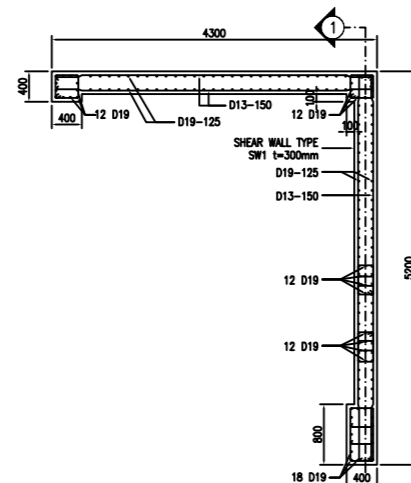
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 3)
 Skala 1 : 50



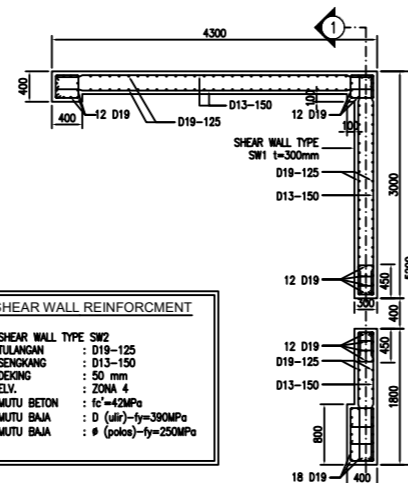
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 3)
 Skala 1 : 50



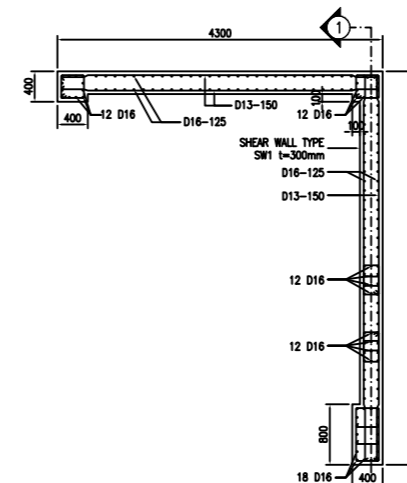
POT. 1 TYPICAL SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 2 s/d 6)
 Skala 1 : 50



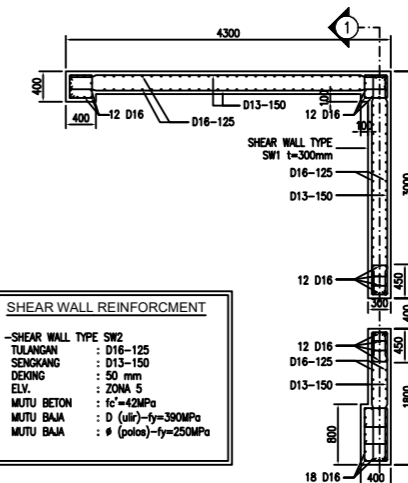
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 4)
 Skala 1 : 50



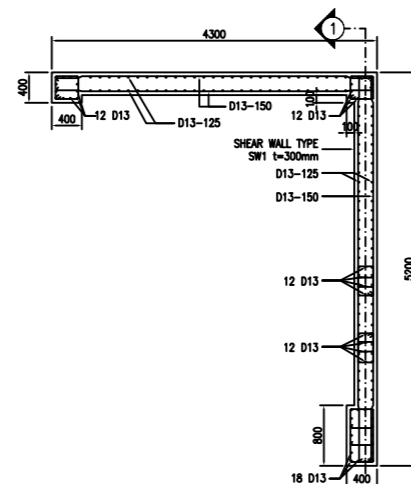
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 4)
 Skala 1 : 50



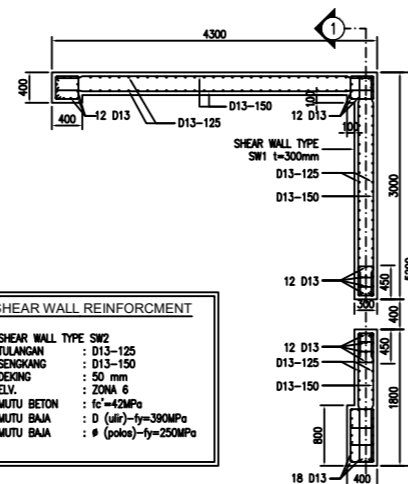
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 5)
 Skala 1 : 50



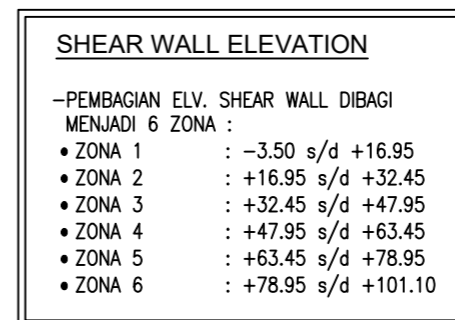
SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 5)
 Skala 1 : 50

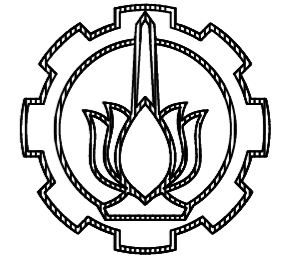


SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 6)
 Skala 1 : 50



SHEAR WALL TYPE SW2 (ZONA 6)
 Skala 1 : 50





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

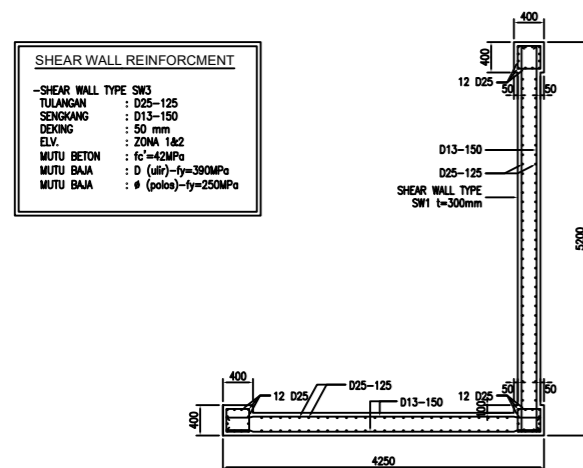
KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

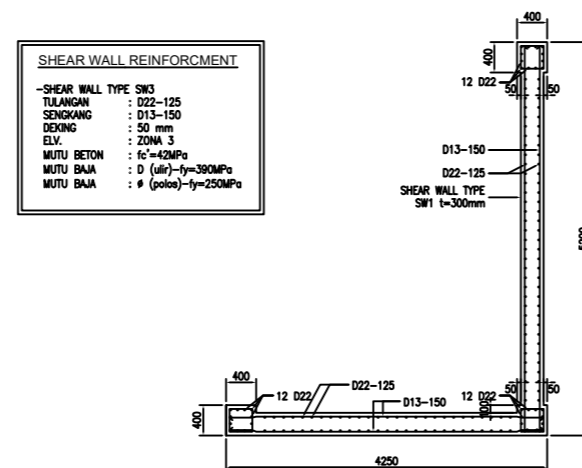
DETAIL SHEARWALL TIPE SW3

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1:50
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
22	34



SHEAR WALL REINFORCEMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW3
 TULANGAN : D25-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 1&2
 MUTU BETON : $f_c' = 42 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250 \text{ MPa}$

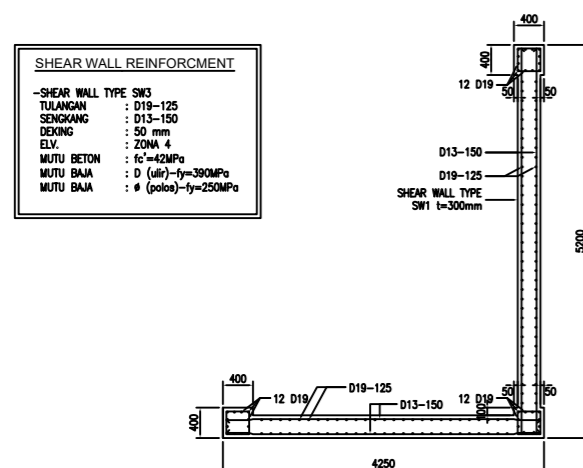
SHEAR WALL TYPE SW3 (ZONA 1&2)
 Skala 1 : 50



SHEAR WALL REINFORCEMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW3
 TULANGAN : D22-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 3
 MUTU BETON : $f_c' = 42 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250 \text{ MPa}$

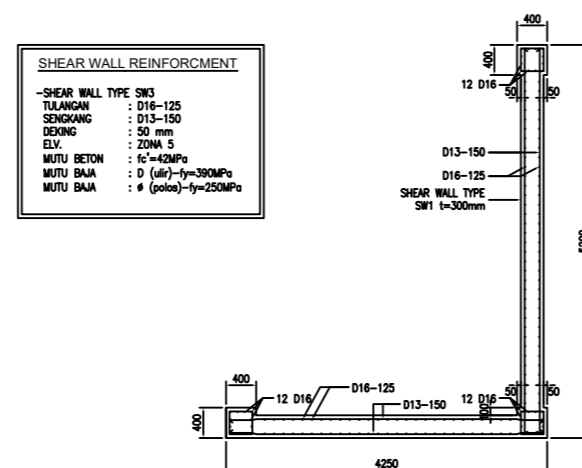
SHEAR WALL TYPE SW3 (ZONA 3)
 Skala 1 : 50

SHEAR WALL ELEVATION
 -PEMBAGIAN ELV. SHEAR WALL DIBAGI
 MENJADI 6 ZONA :
 • ZONA 1 : -3.50 s/d +16.95
 • ZONA 2 : +16.95 s/d +32.45
 • ZONA 3 : +32.45 s/d +47.95
 • ZONA 4 : +47.95 s/d +63.45
 • ZONA 5 : +63.45 s/d +78.95
 • ZONA 6 : +78.95 s/d +101.10



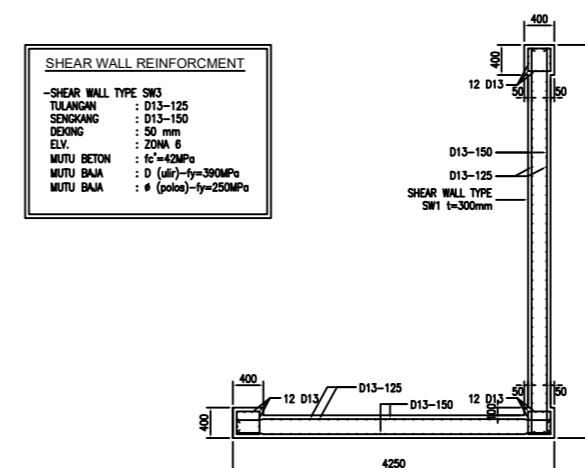
SHEAR WALL REINFORCEMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW3
 TULANGAN : D19-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 4
 MUTU BETON : $f_c' = 42 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250 \text{ MPa}$

SHEAR WALL TYPE SW3 (ZONA 4)
 Skala 1 : 50



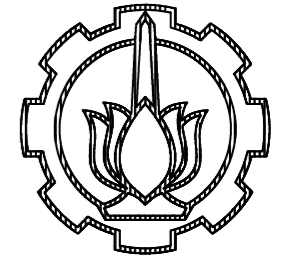
SHEAR WALL REINFORCEMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW3
 TULANGAN : D16-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 5
 MUTU BETON : $f_c' = 42 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250 \text{ MPa}$

SHEAR WALL TYPE SW3 (ZONA 5)
 Skala 1 : 50



SHEAR WALL REINFORCEMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW3
 TULANGAN : D13-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 6
 MUTU BETON : $f_c' = 42 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390 \text{ MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250 \text{ MPa}$

SHEAR WALL TYPE SW3 (ZONA 6)
 Skala 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

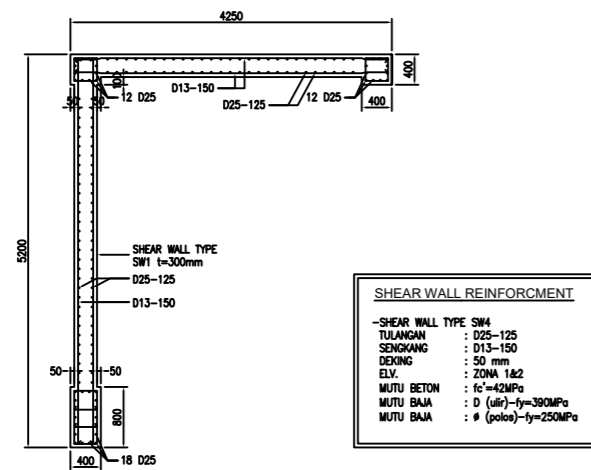
DETAIL SHEARWALL TIPE SW4

KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

STR	1:50
-----	------

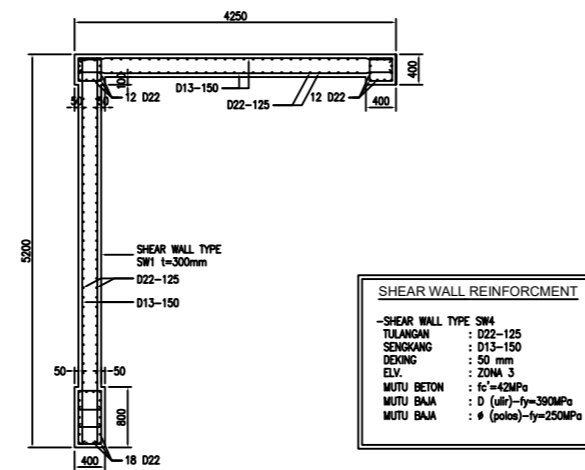
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

23	34
----	----



SHEAR WALL TYPE SW4 (ZONA 1&2)

Skala 1 : 50

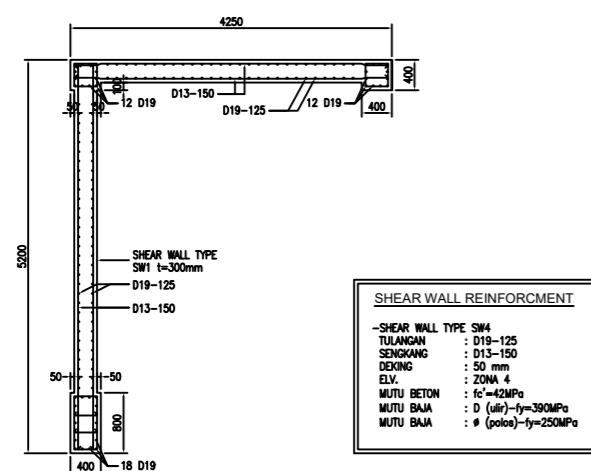


SHEAR WALL TYPE SW4 (ZONA 3)

Skala 1 : 50

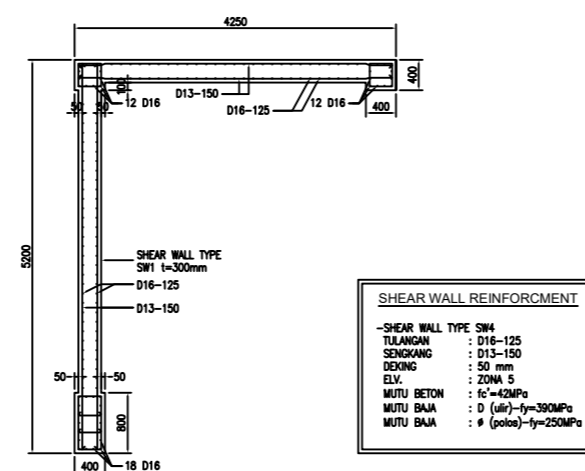
SHEAR WALL ELEVATION

- PEMBAGIAN ELV. SHEAR WALL DIBAGI
 MENJADI 6 ZONA :
- ZONA 1 : -3.50 s/d +16.95
 - ZONA 2 : +16.95 s/d +32.45
 - ZONA 3 : +32.45 s/d +47.95
 - ZONA 4 : +47.95 s/d +63.45
 - ZONA 5 : +63.45 s/d +78.95
 - ZONA 6 : +78.95 s/d +101.10



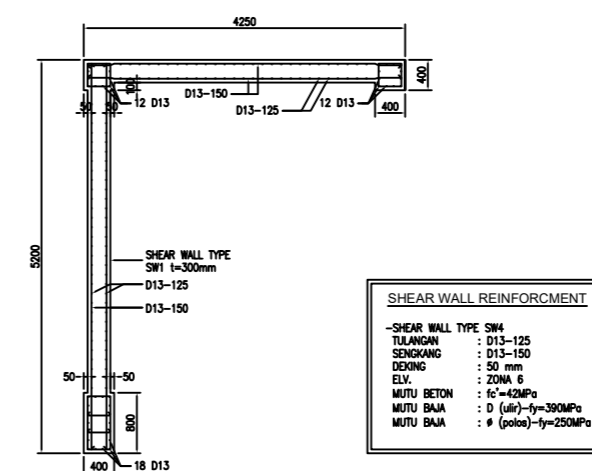
SHEAR WALL TYPE SW4 (ZONA 4)

Skala 1 : 50



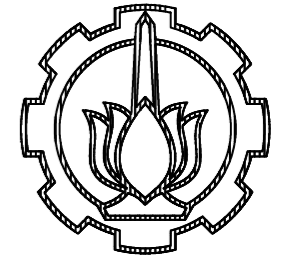
SHEAR WALL TYPE SW4 (ZONA 5)

Skala 1 : 50



SHEAR WALL TYPE SW4 (ZONA 6)

Skala 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DETAIL SHEARWALL TIPE SW5

KODE GAMBAR

SKALA

STR

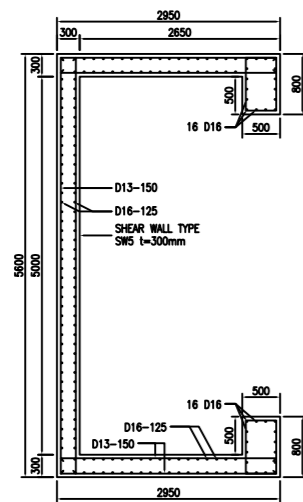
1:50

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

24

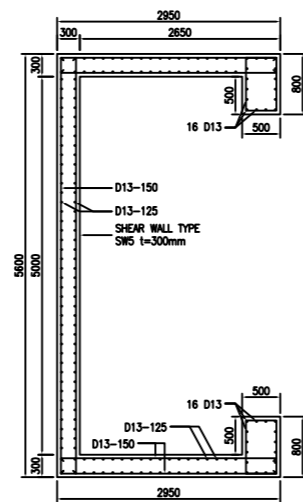
34



SHEAR WALL REINFORCMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW5
 TULANGAN : D16-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 1&2
 MUTU BETON : $f_c = 42\text{MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390\text{MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250\text{MPa}$

SHEAR WALL TYPE SW5 (ZONA 1&2)

Skala 1 : 50

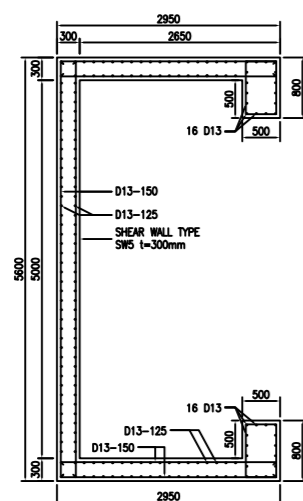


SHEAR WALL REINFORCMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW5
 TULANGAN : D13-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 3
 MUTU BETON : $f_c = 42\text{MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390\text{MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250\text{MPa}$

SHEAR WALL TYPE SW5 (ZONA 3)

Skala 1 : 50

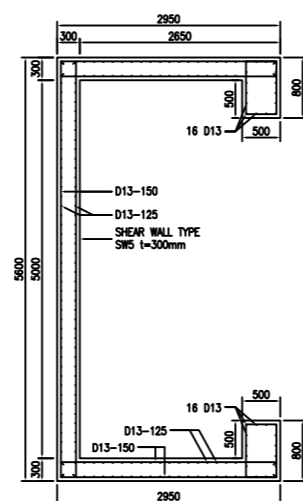
SHEAR WALL ELEVATION
 -PEMBAGIAN ELV. SHEAR WALL DIBAGI
 MENJADI 6 ZONA :
 • ZONA 1 : -3.50 s/d +16.95
 • ZONA 2 : +16.95 s/d +32.45
 • ZONA 3 : +32.45 s/d +47.95
 • ZONA 4 : +47.95 s/d +63.45
 • ZONA 5 : +63.45 s/d +78.95
 • ZONA 6 : +78.95 s/d +101.10



SHEAR WALL REINFORCMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW5
 TULANGAN : D13-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 4
 MUTU BETON : $f_c = 42\text{MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390\text{MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250\text{MPa}$

SHEAR WALL TYPE SW5 (ZONA 4)

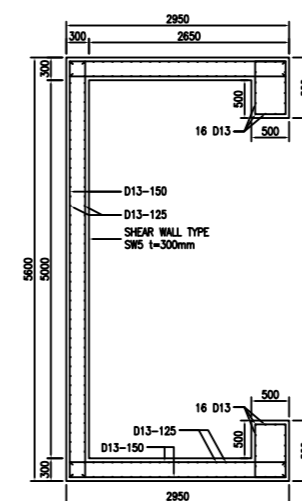
Skala 1 : 50



SHEAR WALL REINFORCMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW5
 TULANGAN : D13-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 5
 MUTU BETON : $f_c = 42\text{MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390\text{MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250\text{MPa}$

SHEAR WALL TYPE SW5 (ZONA 5)

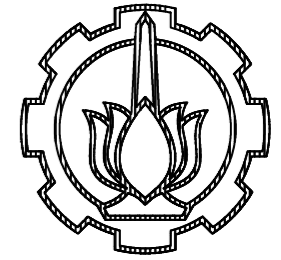
Skala 1 : 50



SHEAR WALL REINFORCMENT
 -SHEAR WALL TYPE SW5
 TULANGAN : D13-125
 SENGGANG : D13-150
 DEKING : 50 mm
 ELV. : ZONA 6
 MUTU BETON : $f_c = 42\text{MPa}$
 MUTU BAJA : D (ulir)- $f_y = 390\text{MPa}$
 MUTU BAJA : \emptyset (polos)- $f_y = 250\text{MPa}$

SHEAR WALL TYPE SW5 (ZONA 6)

Skala 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
UNTUK MENGATASI
KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI
@MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
= 25 MPa (Balok, Plat, dan
Tangga)

NAMA GAMBAR

RENCANA BALOK LANTAI 7
S/D LANTAI 10

KODE GAMBAR

STR

NO. LEMBAR

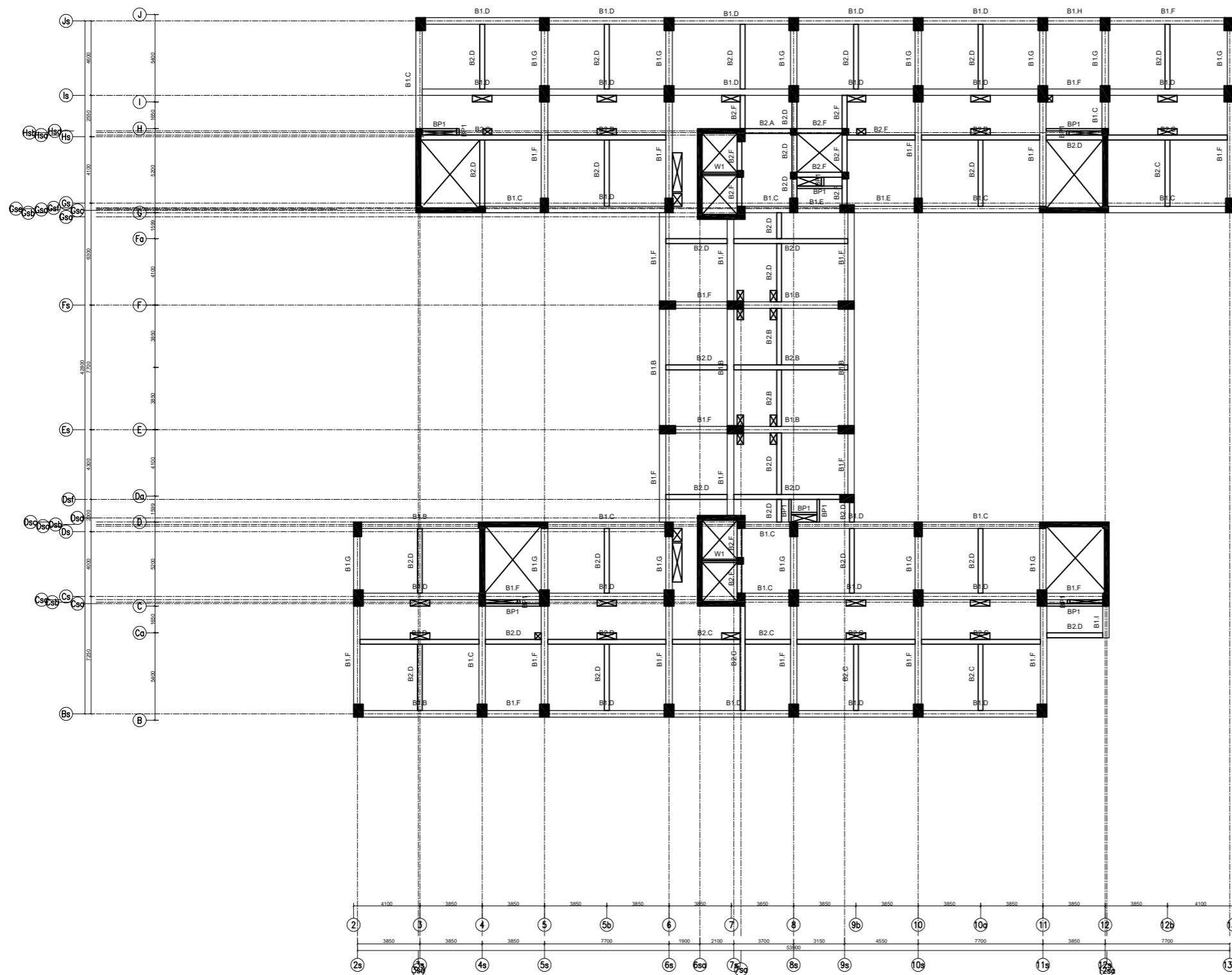
25

SKALA

1:150

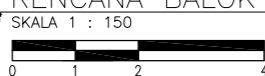
JUMLAH LEMBAR

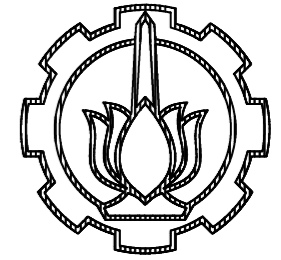
34



RENCANA DIMENSI BALOK		
NO	TYPE	UKURAN PENAMPANG BALOK (mm)
1	B1.B	400 x 600
2	B1.C	400 x 600
3	B1.D	400 x 600
4	B1.E	400 x 600
5	B1.F	400 x 600
6	B1.G	400 x 600
7	B1.H	400 x 600
8	B1.I	400 x 600
9	B2.A	300 x 500
10	B2.B	300 x 500
11	B2.C	300 x 500
12	B2.D	300 x 500
13	B2.F	300 x 500
14	B3.1	200 x 400
15	BP1	150 x 150
15	W1	WF 200.200.8.12

RENCANA BALOK LANTAI 7 s/d LANTAI 10 (Elev. +20.05; +23.15; +26.25; +29.35)





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

RENCANA BALOK LANTAI 11
 S/D LANTAI 15

KODE GAMBAR

SKALA

STR

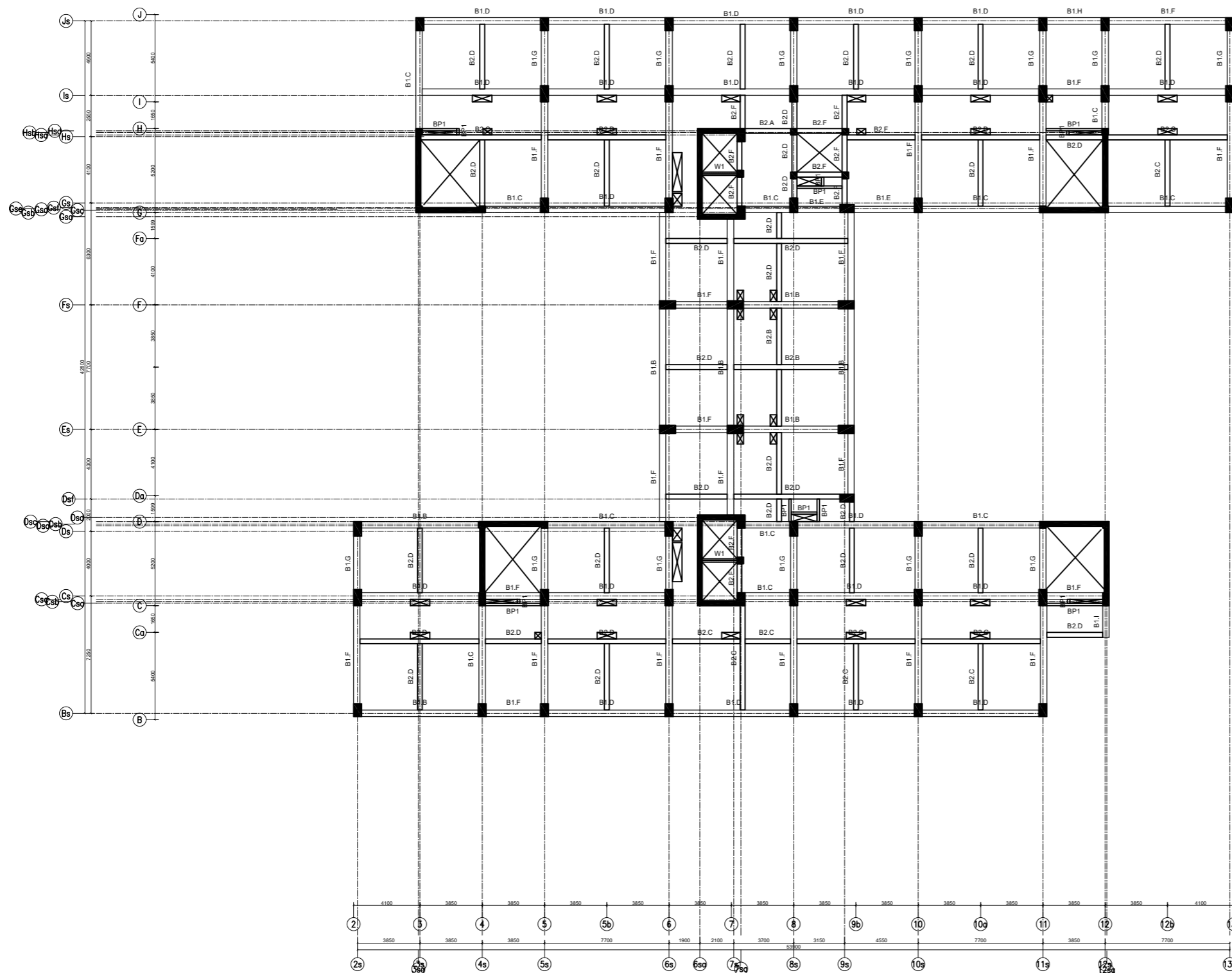
1:150

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

26

34



RENCANA DIMENSI BALOK		
NO	TYPE	UKURAN PENAMPANG BALOK (mm)
1	B1.B	400 x 600
2	B1.C	400 x 600
3	B1.D	400 x 600
4	B1.E	400 x 600
5	B1.F	400 x 600
6	B1.G	400 x 600
7	B1.H	400 x 600
8	B1.I	400 x 600
9	B2.A	300 x 500
10	B2.B	300 x 500
11	B2.C	300 x 500
12	B2.D	300 x 500
13	B2.F	300 x 500
14	BP1	150 x 150
15	W1	WF 200.200.8.12

RENCANA BALOK LANTAI 11 s/d LANTAI 15 (Elev. +32.45; +35.55; +38.65; +41.75; +44.85)
 SKALA 1 : 150



TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 6 & KOLAM RENANG (Eiv. +16.00; Eiv. +16.43; Eiv. +17.25)

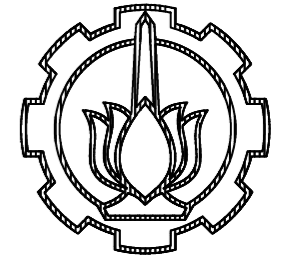
KODE	B4.A		B4.B		B4.C		B6.A	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
SKETSA								
KETERANGAN	$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$		$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$		$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$		$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$	
PENAMPANG BALOK	400 mm x 900 mm		400 mm x 950 mm		400 mm x 1050 mm		500 mm x 800 mm	
DEKING	40 mm		40 mm		40 mm		40 mm	
ATAS	7 D19	4 D19	9 D19	6 D19	9 D19	6 D19	8 D19	5 D19
TENGAH	8 D13	8 D13	8 D13	8 D13	10 D13	10 D13	4 D13	4 D13
BAWAH	4 D19	7 D19	6 D19	9 D19	6 D19	9 D19	5 D19	8 D19
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D13 - 100	D13 - 150

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 6 & KOLAM RENANG (Eiv. +16.00; Eiv. +16.43; Eiv. +17.25)

KODE	BK.1		B8.A		B8.B	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN (Kantilever)		TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
SKETSA						
KETERANGAN	$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$		$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$		$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$	
PENAMPANG BALOK	400 mm x 600 mm		250 mm x 400 mm		250 mm x 400 mm	
DEKING	40 mm		30 mm		30 mm	
ATAS	6 D19	5 D19	4 D19	4 D19	3 D16	2 D16
TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	-	-
BAWAH	5 D19	6 D19	2 D19	2 D19	2 D16	3 D16
BEGEL	D13 - 100	D13 - 150	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 6 s/d LANTAI 32 (Eiv. +16.95 s/d +97.55)

KODE	B1.B		B1.C		B1.D		B1.E	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
SKETSA								
KETERANGAN	$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$		$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$		$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$		$F_c = 25 \text{ MPa (K300)}$	
PENAMPANG BALOK	400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm	
DEKING	40 mm		40 mm		40 mm		40 mm	
ATAS	7 D19	4 D19	6 D19	5 D19	6 D19	3 D19	5 D19	5 D19
TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
BAWAH	4 D19	7 D19	5 D19	6 D19	3 D19	6 D19	4 D19	4 D19
BEGEL	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 125	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 125



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
FAKULTAS VOKASI
DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
INFRASTRUKTUR SIPIL
BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
UNTUK MENGATASI
KETERLAMBATAN PADA PROYEK
APARTEMEN TAMAN MELATI
@MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
= 25 MPa (Balok, Plat, dan
Tangga)

NAMA GAMBAR

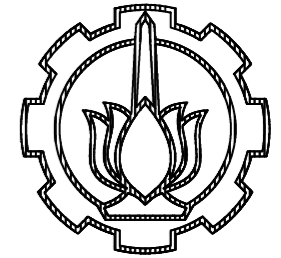
DETAIL PENULANGAN BALOK

KODE GAMBAR SKALA

STR 1:20

NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR

27 34



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK

KODE GAMBAR

SKALA

STR

1:20

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

28

34

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 6 s/d LANTAI 32 (Eiv. +16.95 s/d +97.55)

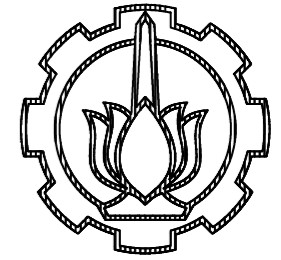
KODE	B1.F		B1.G		B1.H		B1.I	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN (Kantilever)	
SKETSA								
KETERANGAN	F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)	
PENAMPANG BALOK	400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm	
DEKING	40 mm		40 mm		40 mm		40 mm	
ATAS	5 D19	3 D19	4 D19	2 D19	3 D19	2 D19	7 D19	4 D19
TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
BAWAH	3 D19	5 D19	2 D19	4 D19	2 D19	3 D19	4 D19	7 D19
BEGEL	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150	D13 - 100	D13 - 150

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 6 s/d LANTAI 32 (Eiv. +16.95 s/d +97.55)

KODE	B2.A		B2.B		B2.C		B2.D	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
SKETSA								
KETERANGAN	F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)	
PENAMPANG BALOK	300 mm x 500 mm		300 mm x 500 mm		300 mm x 500 mm		300 mm x 500 mm	
DEKING	40 mm		40 mm		40 mm		40 mm	
ATAS	7 D19	4 D19	6 D19	3 D19	5 D19	3 D19	4 D19	2 D19
TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
BAWAH	4 D19	7 D19	3 D19	6 D19	3 D19	5 D19	2 D19	4 D19
BEGEL	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 6 s/d LANTAI 32 (Eiv. +16.95 s/d +97.55)

KODE	B2.F		B3.1		BP1		B4.A	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
SKETSA								
KETERANGAN	F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)	
PENAMPANG BALOK	300 mm x 500 mm		200 mm x 400 mm		150 mm x 150 mm		400 mm x 900 mm	
DEKING	40 mm		30 mm		20 mm		40 mm	
ATAS	3 D19	2 D19	3 D16	2 D16	2 D13	2 D13	7 D19	4 D19
TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	-	-	8 D13	8 D13
BAWAH	2 D19	3 D19	2 D16	3 D16	2 D13	2 D13	4 D19	7 D19
BEGEL	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150	Ø8 - 100	Ø8 - 150	D13 - 100	D13 - 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

**PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA**

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DETAIL PENULANGAN BALOK

KODE GAMBAR	SKALA
STR	1:20
NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
29	34

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 6 s/d LANTAI 32 (Elv. +16.95 s/d +97.55)

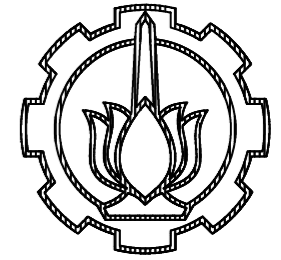
KODE	B8.A		B8.B	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN (Kantilever)		TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
SKETSA				
KETERANGAN	F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)	
PENAMPANG BALOK	250 mm x 400 mm		250 mm x 400 mm	
DEKING	30 mm		30 mm	
ATAS	4 D19	4 D19	3 D16	2 D16
TENGAH	2 D13	2 D13	-	-
BAWAH	2 D19	2 D19	2 D16	3 D16
BEGEL	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 33 ROOF TOP (Elv. +101.10)

KODE	B1.C		B1.D		B1.E		B1.F	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
SKETSA								
KETERANGAN	F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)	
PENAMPANG BALOK	400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm	
DEKING	40 mm		40 mm		40 mm		40 mm	
ATAS	6 D19	5 D19	6 D19	3 D19	5 D19	5 D19	5 D19	3 D19
TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
BAWAH	5 D19	6 D19	3 D19	6 D19	4 D19	4 D19	3 D19	5 D19
BEGEL	D10 - 100	D10 - 125	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 125	D10 - 100	D10 - 150

TABEL PENULANGAN BALOK LANTAI 33 ROOF TOP (Elv. +101.10)

KODE	B1.G		B1.H		B1.I		B2.A	
KONDISI	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN	TULANGAN TUMPUAN (Kantilever)		TULANGAN TUMPUAN	TULANGAN LAPANGAN
SKETSA								
KETERANGAN	F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)		F _c = 25 MPa (K300)	
PENAMPANG BALOK	400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm		400 mm x 600 mm		300 mm x 500 mm	
DEKING	40 mm		40 mm		40 mm		40 mm	
ATAS	4 D19	2 D19	3 D19	2 D19	7 D19	4 D19	7 D19	4 D19
TENGAH	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13	2 D13
BAWAH	2 D19	4 D19	2 D19	3 D19	4 D19	7 D19	4 D19	7 D19
BEGEL	D10 - 100	D10 - 150	D10 - 100	D10 - 150	D13 - 100	D13 - 150	D10 - 100	D10 - 150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

RENCANA PELAT LANTAI 7
 S/D LANTAI 32

KODE GAMBAR

SKALA

STR

1:150

NO. LEMBAR

JUMLAH LEMBAR

30

34

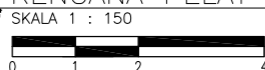


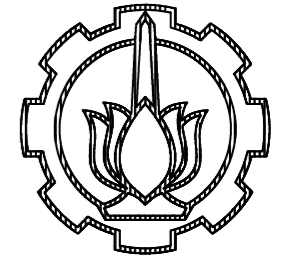
PENILAIAN PELAT LANTAI 7 s/d LANTAI 32 (Elev. +20.05; +23.15; +26.25; +29.35, Dst)

NO	TYPE	ARAH X	ARAH Y	SUSUT	EBAL. PELAT	DEKING	± ELV
1	PL3	D10-150	D10-150	D10-250	130mm	20mm	+ 16.95

MUTU BETON : f_c = 25MPa
 MUTU BAJA : D (400) = 300MPa
 MUTU BAJA : E (200) = 250MPa
 JENIS PELAT : 2 Arm

RENCANA PELAT LANTAI 7 s/d LANTAI 32 (Elev. +20.05; +23.15; +26.25; +29.35, Dst)





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 10111410000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

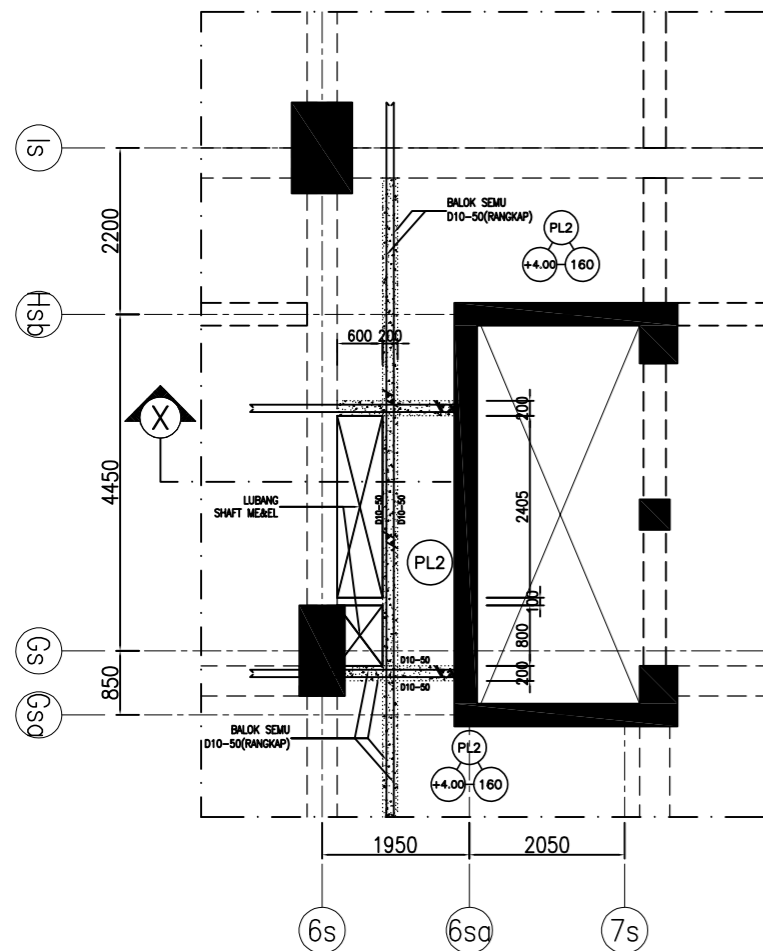
DETAIL PELAT PL 3

KODE GAMBAR SKALA

STR 1:50

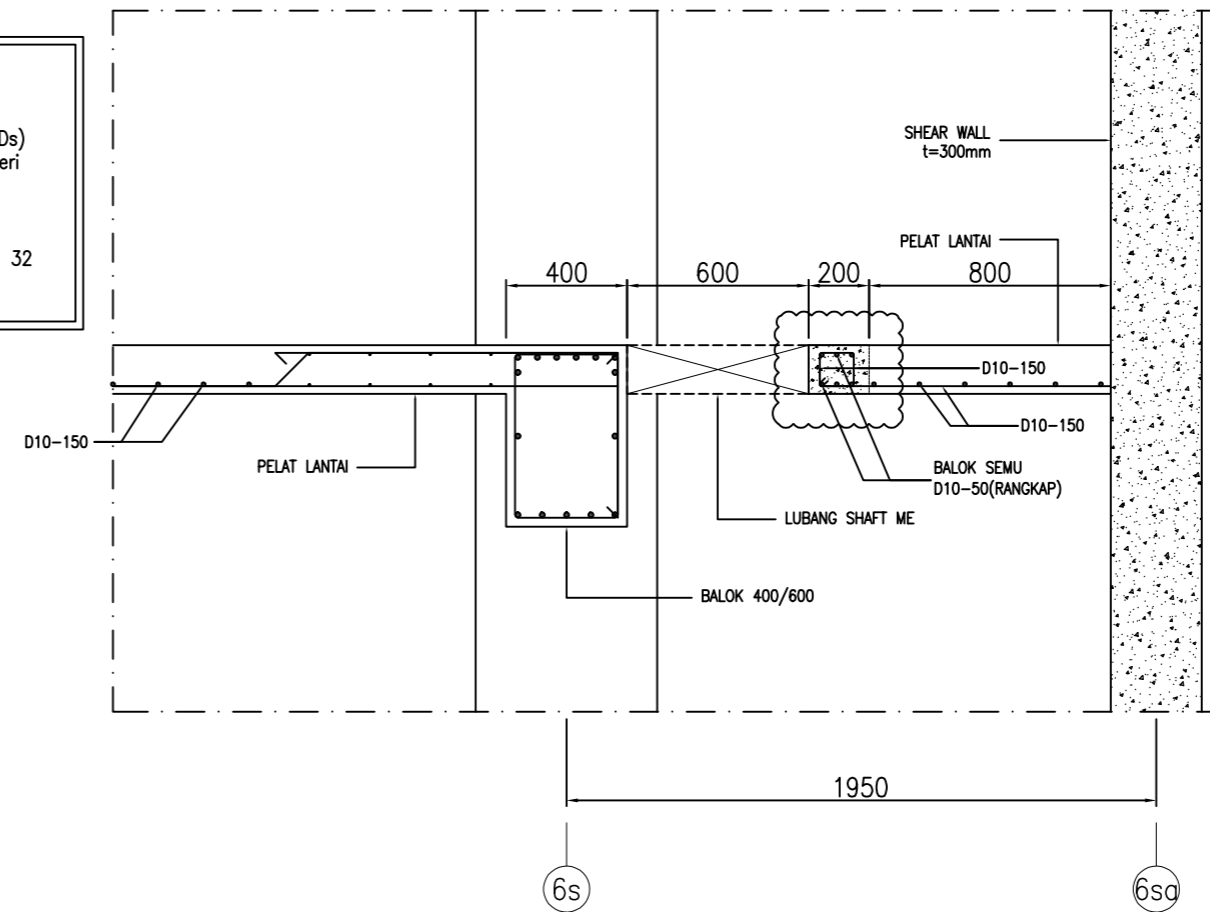
NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR

31 34



Catatan

Untuk Penulangan pelat lantai disekitar Grid@ (6s,Gs) dan (6s,Ds) di sisi lubang shaft ME&EL di beri penulangan balok semu seperti gambar detail disamping, Dan berlaku untuk semua lantai dari elv. ground floor s/d lantai 32

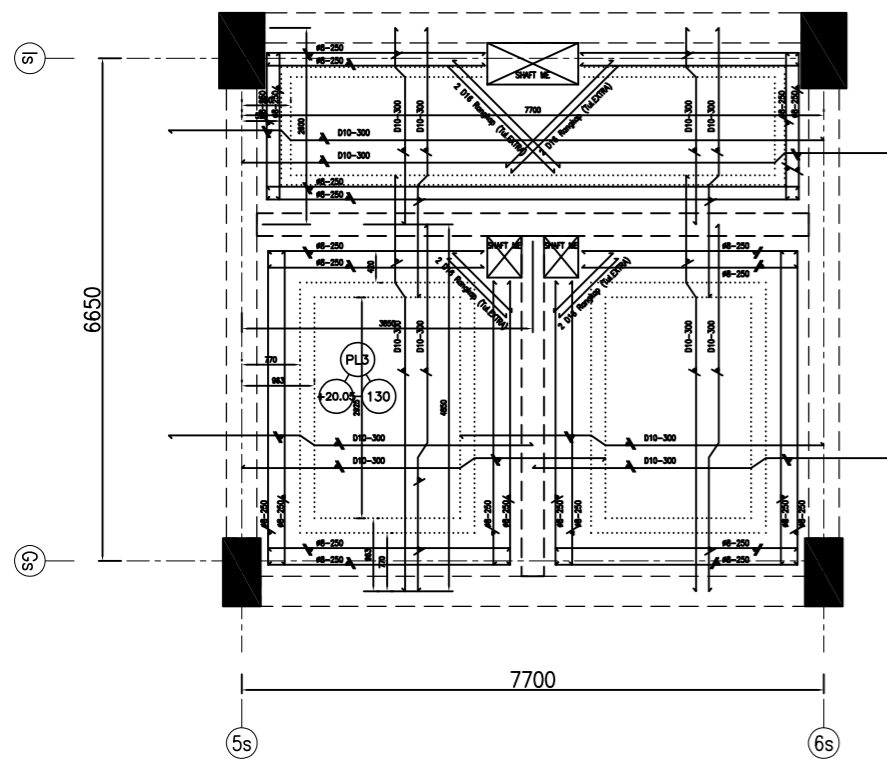


POT. X PENULANGAN PELAT GRID@ (6s,Gs)

Skala 1 : 50

DETAIL PENULANGAN PELAT GRID@ (6s,Gs)

Skala 1 : 50



RENCANA PENULANGAN PLAT LANTAI

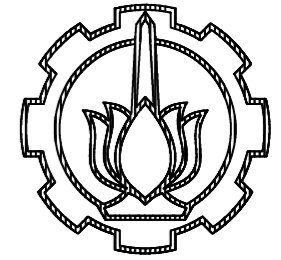
NO	TYPE	ARAH X	ARAH Y	SUSUT	TEBAL PLAT	JENIS	LOKASI	MUTU BETON
								: f'c=25MPa
1	PL1	D13-150	D13-150	-	250 mm	RANGKAP	BASEMENT	MUTU BAJA : D (ulir)-fy=390MPa
2	PL2	D10-150	D10-150	Ø8-200	160 mm	2 ARAH	PARKIR & RAMP	MUTU BAJA : # (polos)-fy=250MPa
3	PL3	D10-150	D10-150	Ø8-250	130 mm	2 ARAH	HUNIAN	
4	PL4	D13-150	D13-150	-	350mm	RANGKAP	GWT & STP	

Catatan

Untuk Penulangan pelat lantai yang terdapat lubang shaft ME&EL di beri Tul. extra (2 D16 Rangkap) seperti gambar detail disamping, Dan berlaku untuk semua lantai dari elv. ground floor s/d lantai 32

DETAIL TUL. EXTRA UNTUK DAERAH SEKITAR LUBANG SHAFT

Skala 1 : 50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

DENAH DAN DETAIL TANGGA
 TIPE 1 DAN TIPE 3

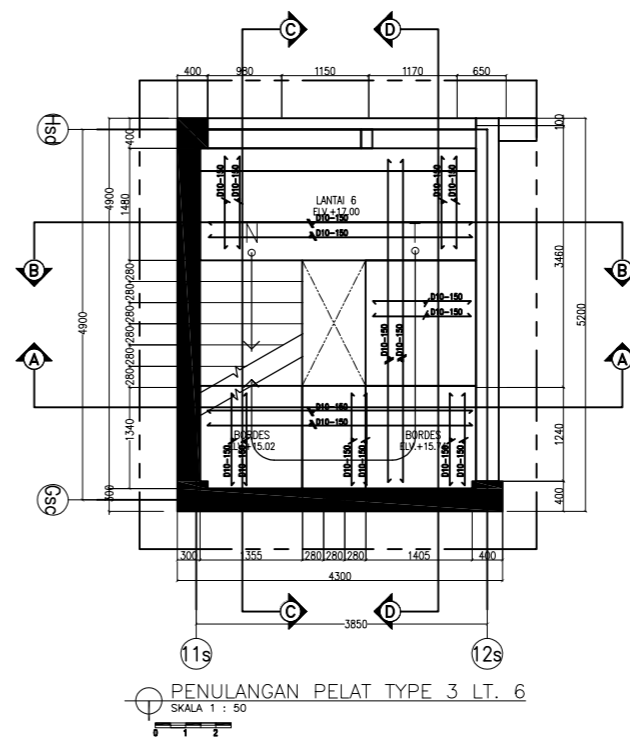
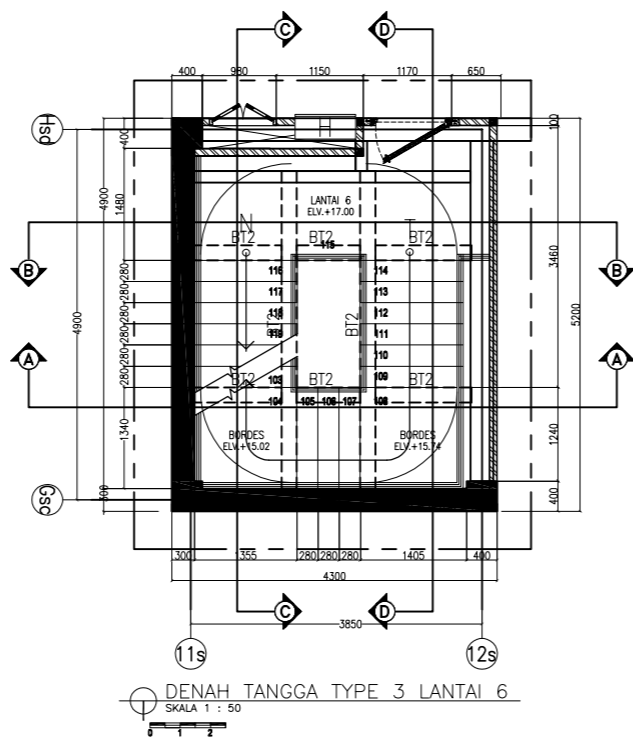
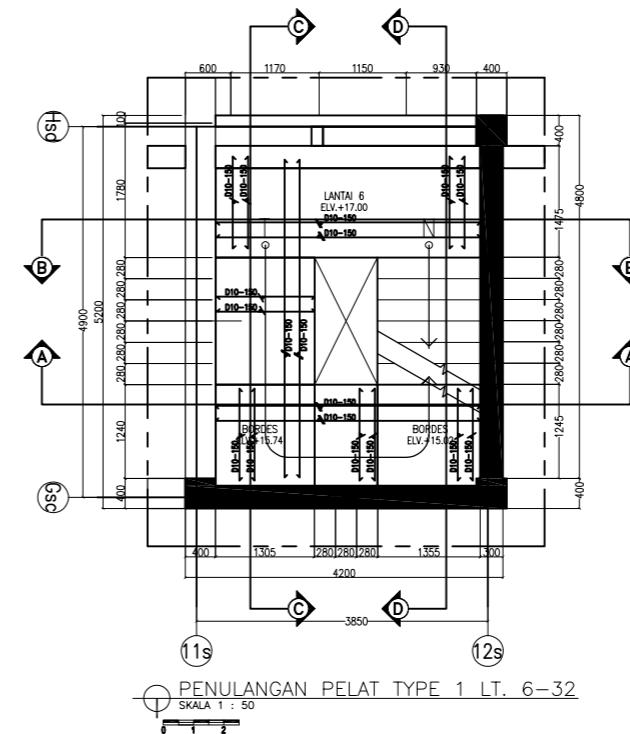
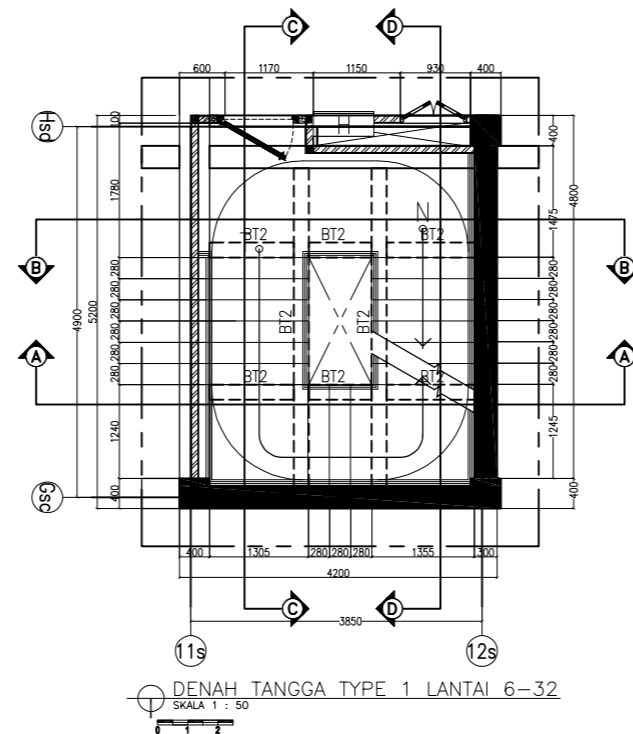
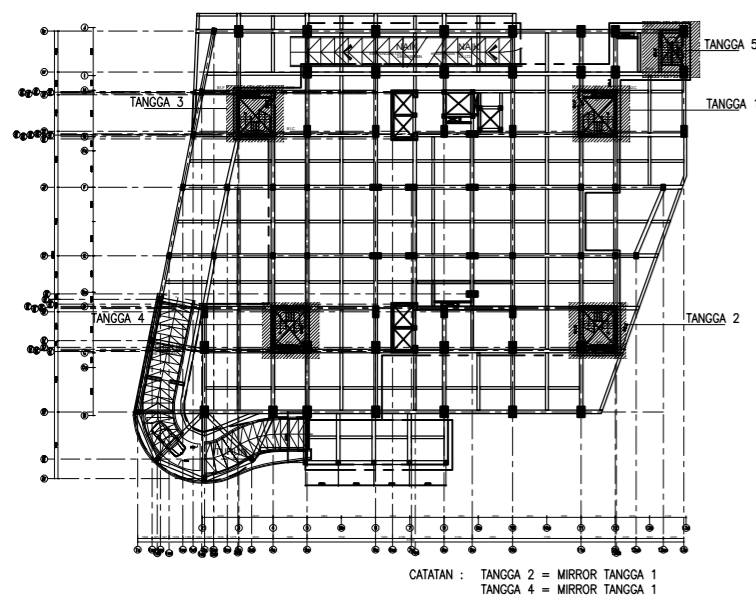
KODE GAMBAR	SKALA
-------------	-------

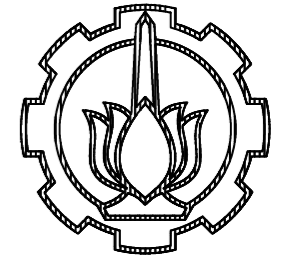
STR	1:50
-----	------

NO. LEMBAR	JUMLAH LEMBAR
------------	---------------

32	34
----	----

KEY-PLAN





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

NAMA GAMBAR

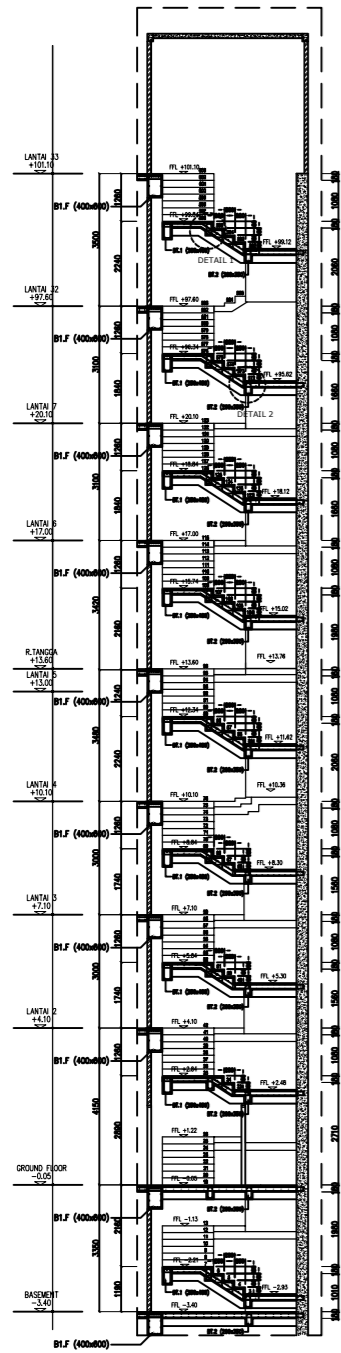
POTONGAN DAN DETAIL
 TULANGAN TANGGA TIPE 1

KODE GAMBAR SKALA

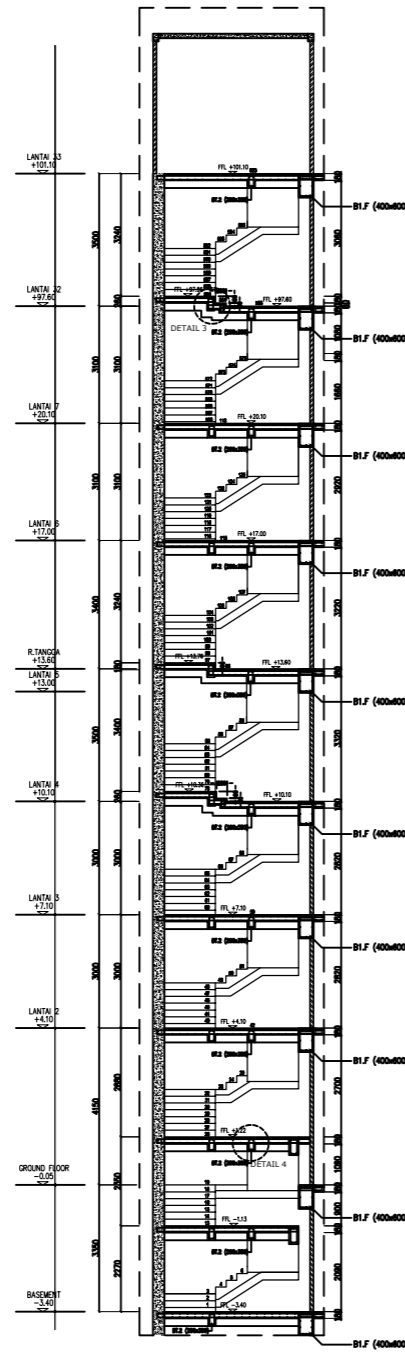
STR 1:100
 1:20

NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR

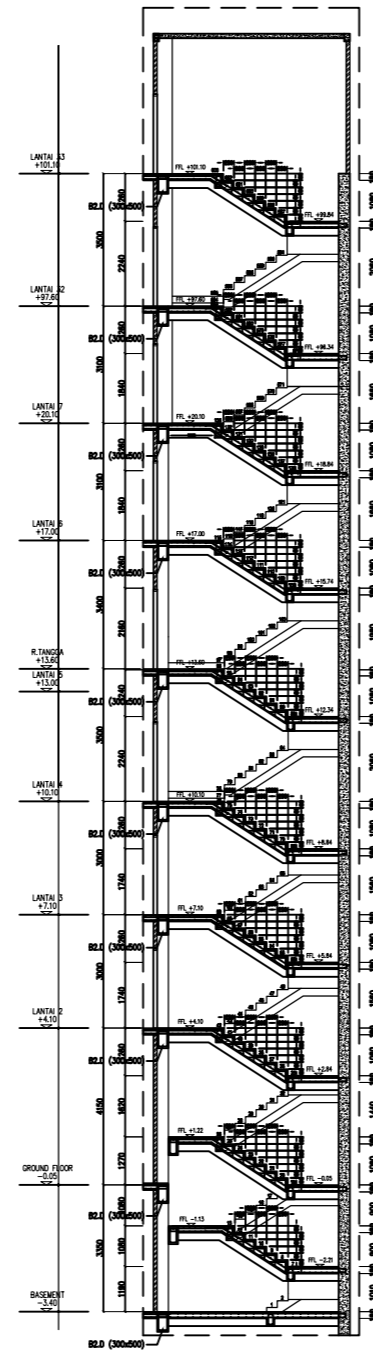
33 34



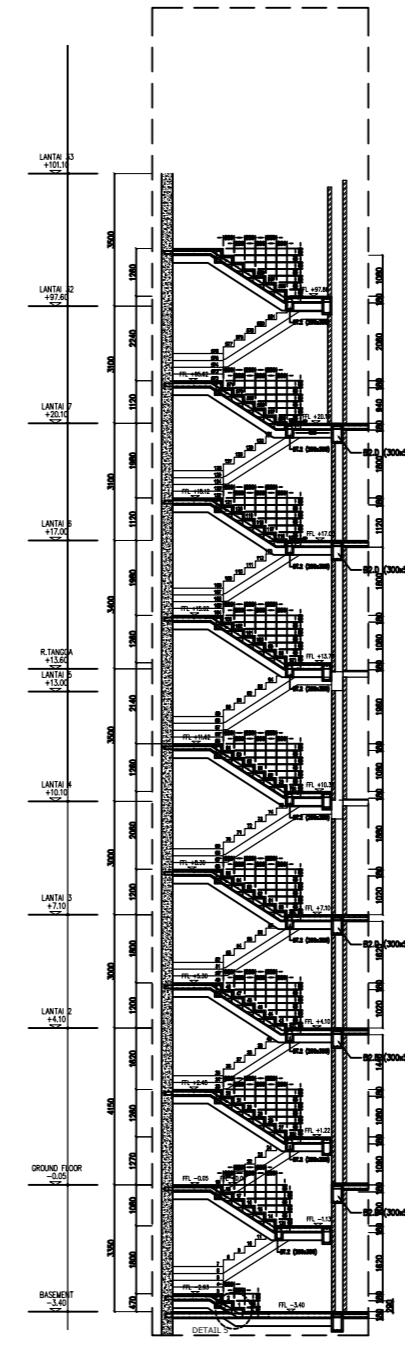
POT. A-A TANGGA TYPE 1 PARKIR - HUNIAN
 SKALA 1 : 100



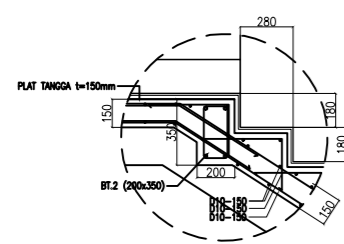
POT. B-B TANGGA TYPE 1 PARKIR - HUNIAN
 SKALA 1 : 100



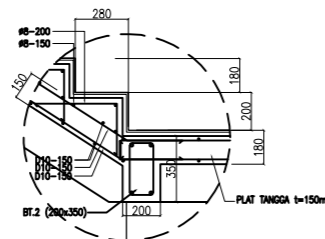
POT. C-C TANGGA TYPE 1 PARKIR - HUNIAN
 SKALA 1 : 100



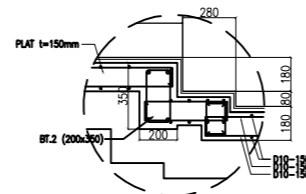
POT. D-D TANGGA TYPE 1 PARKIR - HUNIAN
 SKALA 1 : 100



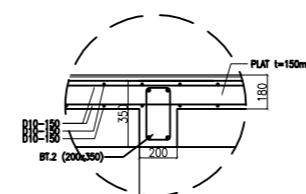
DETAIL 1
 SKALA 1 : 20



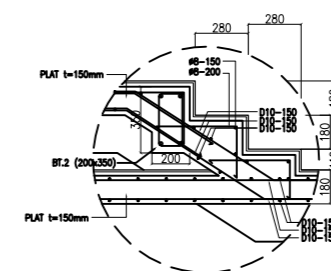
DETAIL 2
 SKALA 1 : 20



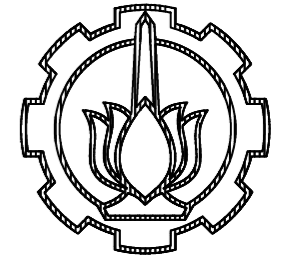
DETAIL 3
 SKALA 1 : 20



DETAIL 4
 SKALA 1 : 20



DETAIL 5
 SKALA 1 : 20



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
 FAKULTAS VOKASI
 DIPLOMA-IV DEPARTEMEN TEKNIK
 INFRASTRUKTUR SIPIL
 BANGUNAN GEDUNG

JUDUL TUGAS AKHIR TERAPAN

PERHITUNGAN BIAYA DAN WAKTU
 UNTUK MENGATASI
 KETERLAMBATAN PADA PROYEK
 APARTEMEN TAMAN MELATI
 @MERR, SURABAYA

DOSEN PEMBIMBING

Ir. Sukobar MT.
 NIP. 19571201 198601 1 002

NAMA MAHASISWA

Angga Tegar Dwicahyanto
 NRP . 1011141000053

KETERANGAN

FUNGSI BANGUNAN = APARTEMEN
 MUTU BETON = 42 Mpa (Kolom, SW)
 = 25 MPa (Balok, Plat, dan
 Tangga)

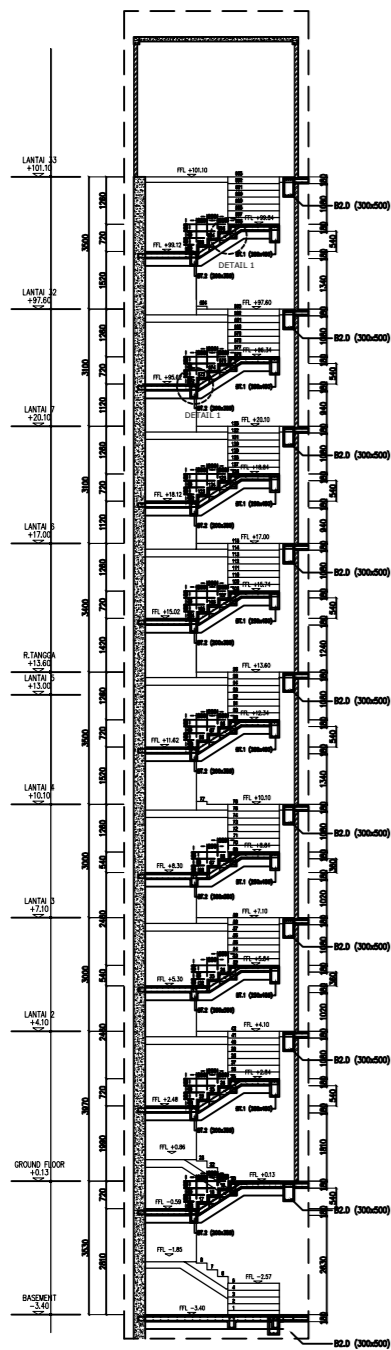
NAMA GAMBAR

POTONGAN DAN DETAIL
 TULANGAN TANGGA TIPE 3

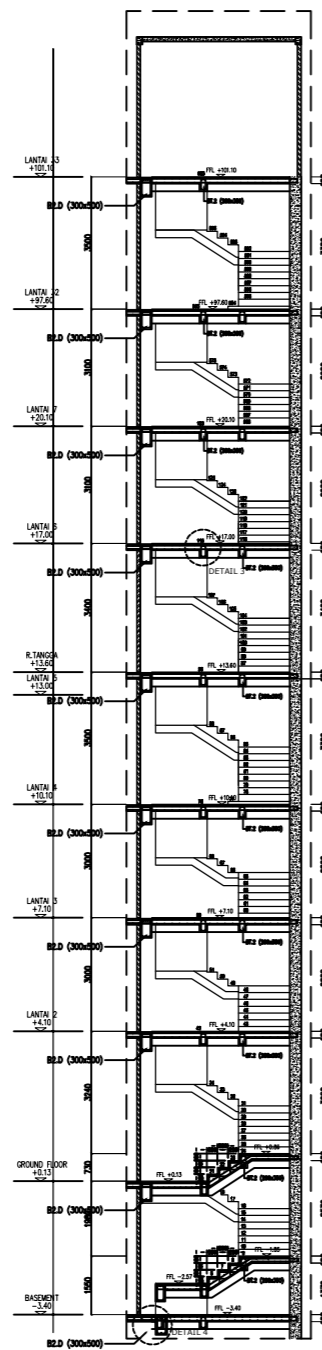
KODE GAMBAR	SKALA
STR	1:100 1:20

NO. LEMBAR JUMLAH LEMBAR

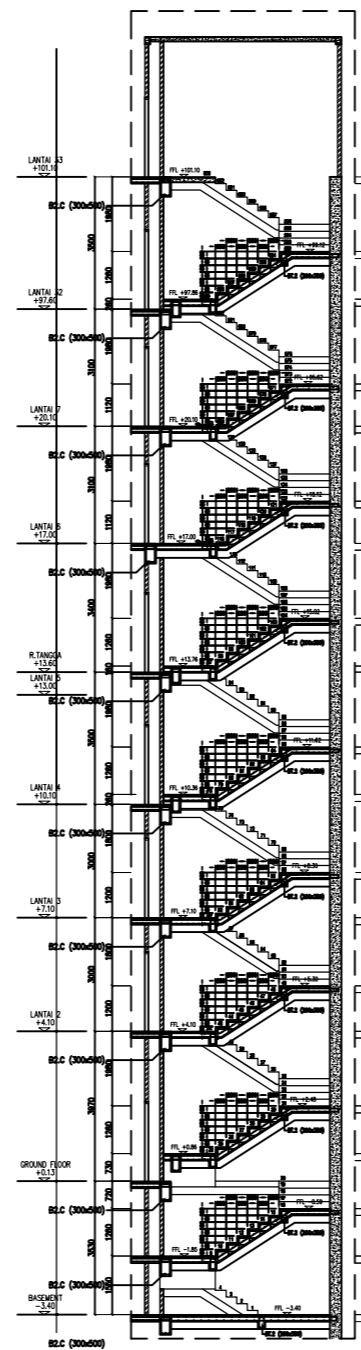
34 34



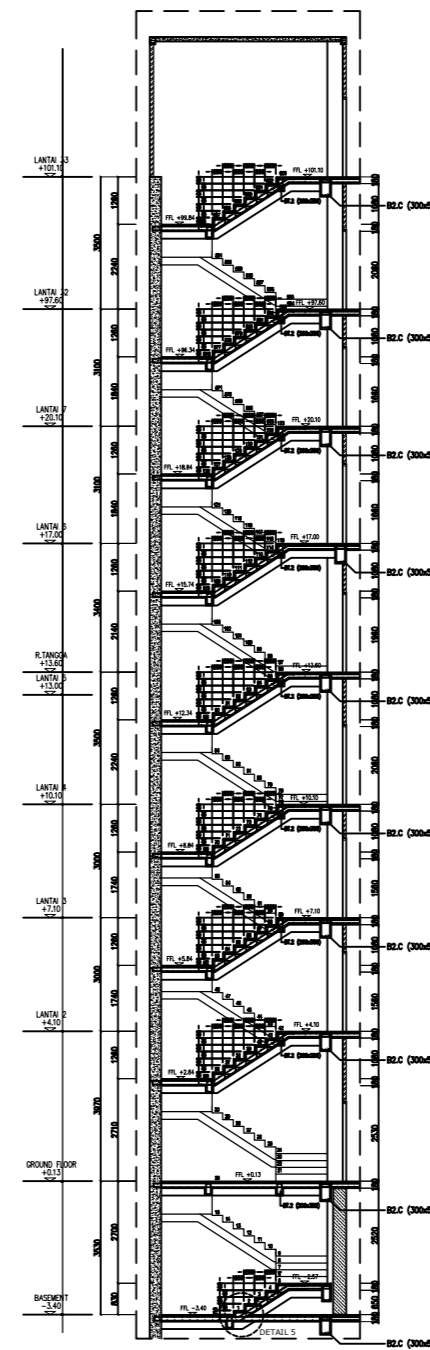
POT. A-A TANGGA TYPE 3 PARKIR - HUNIAN
 SKALA 1 : 100



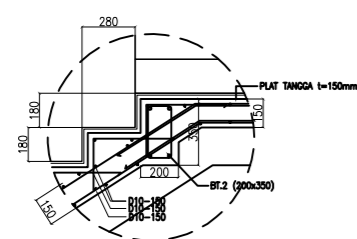
POT. B-B TANGGA TYPE 3 PARKIR - HUNIAN
 SKALA 1 : 100



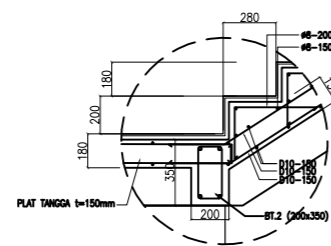
POT. C-C TANGGA TYPE 3 PARKIR - HUNIAN
 SKALA 1 : 100



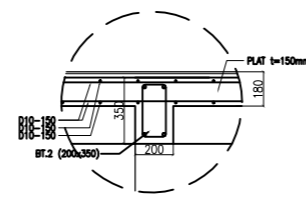
POT. D-D TANGGA TYPE 3 PARKIR - HUNIAN
 SKALA 1 : 100



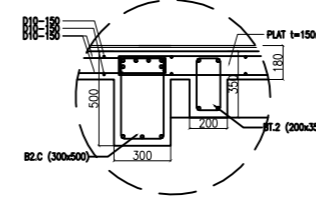
DETAIL 1
 SKALA 1 : 20



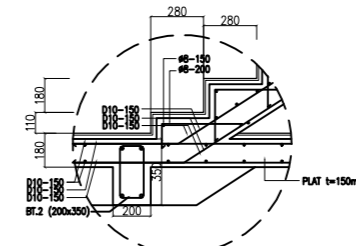
DETAIL 2
 SKALA 1 : 20



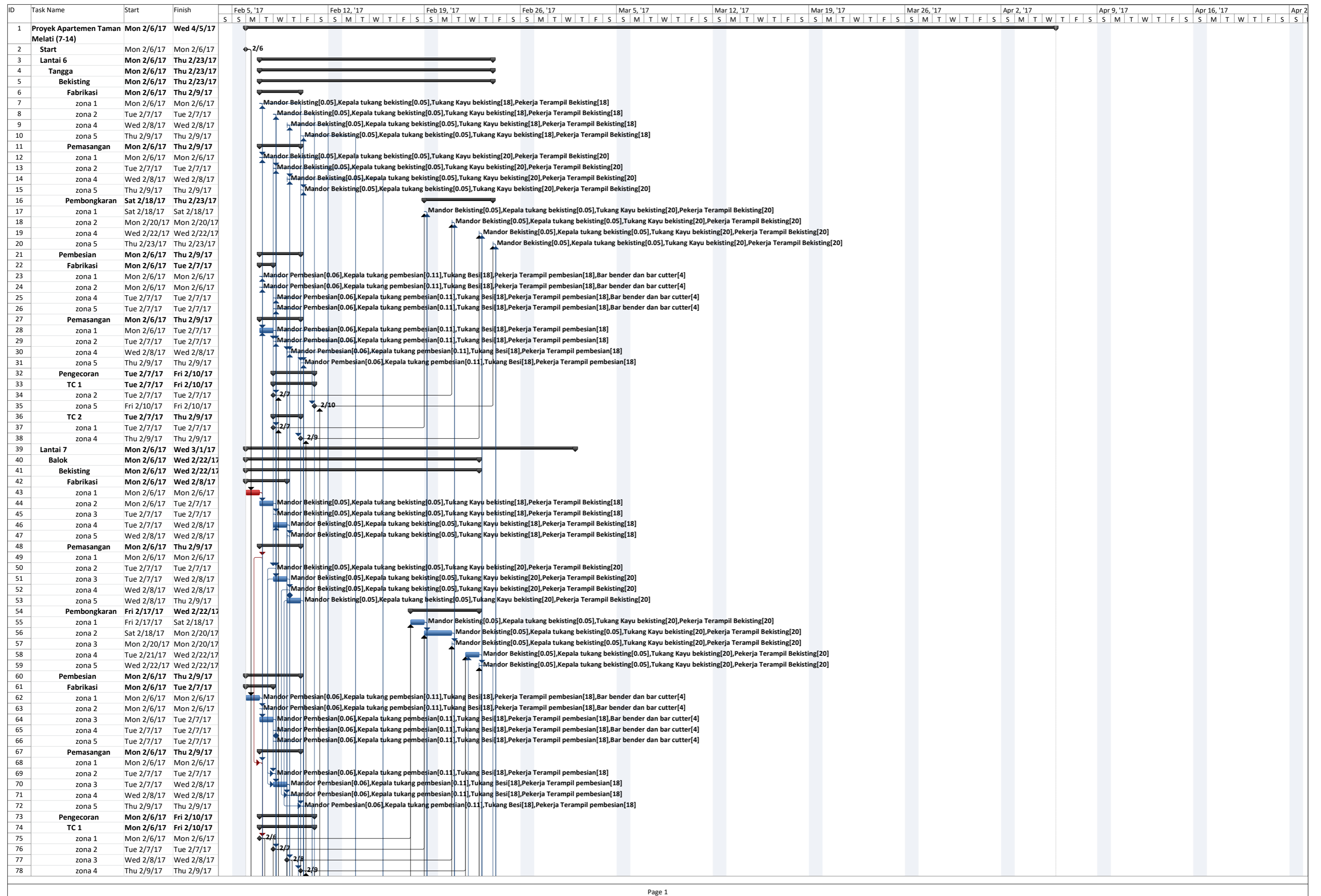
DETAIL 3
 SKALA 1 : 20



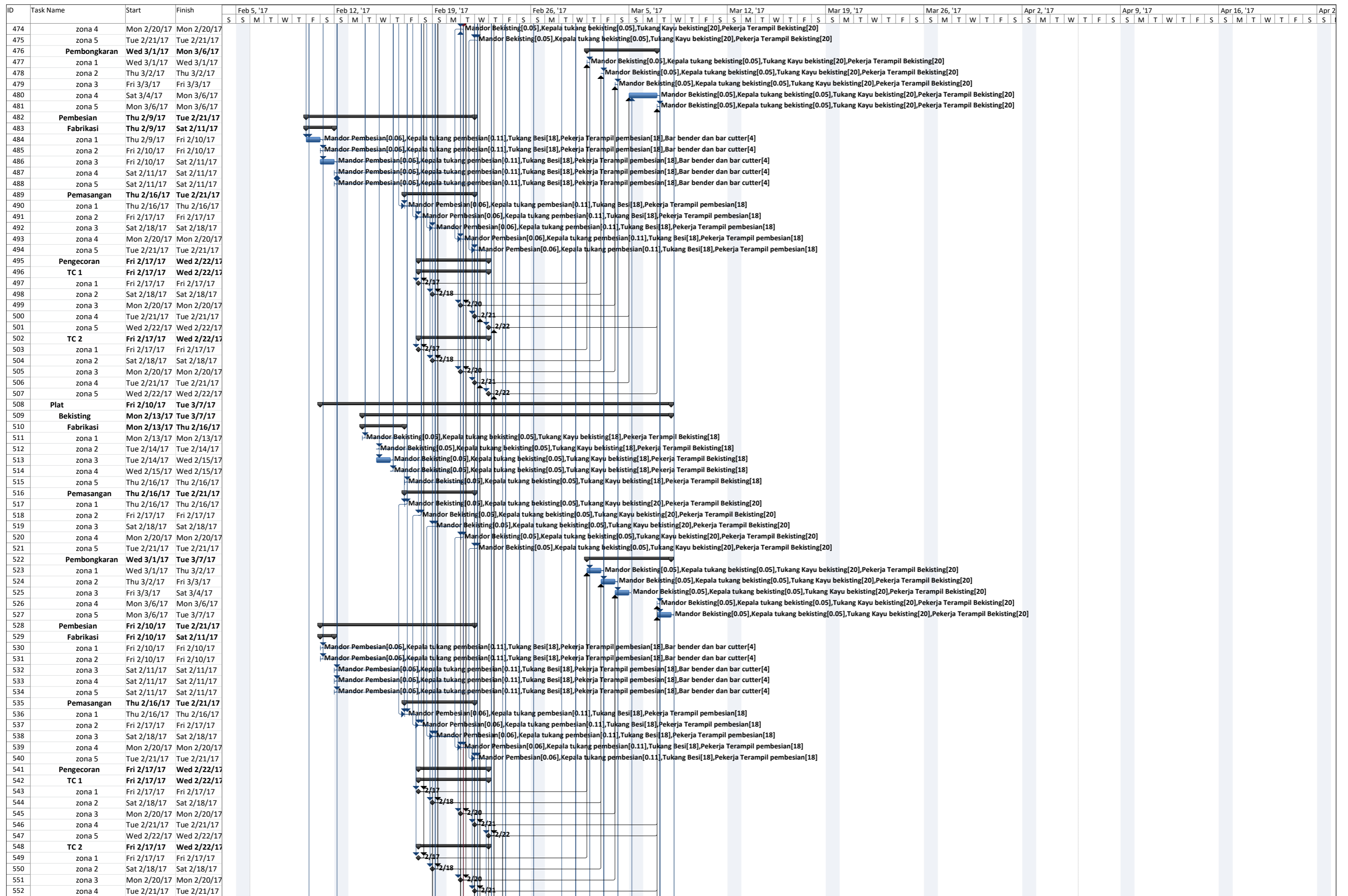
DETAIL 4
 SKALA 1 : 20

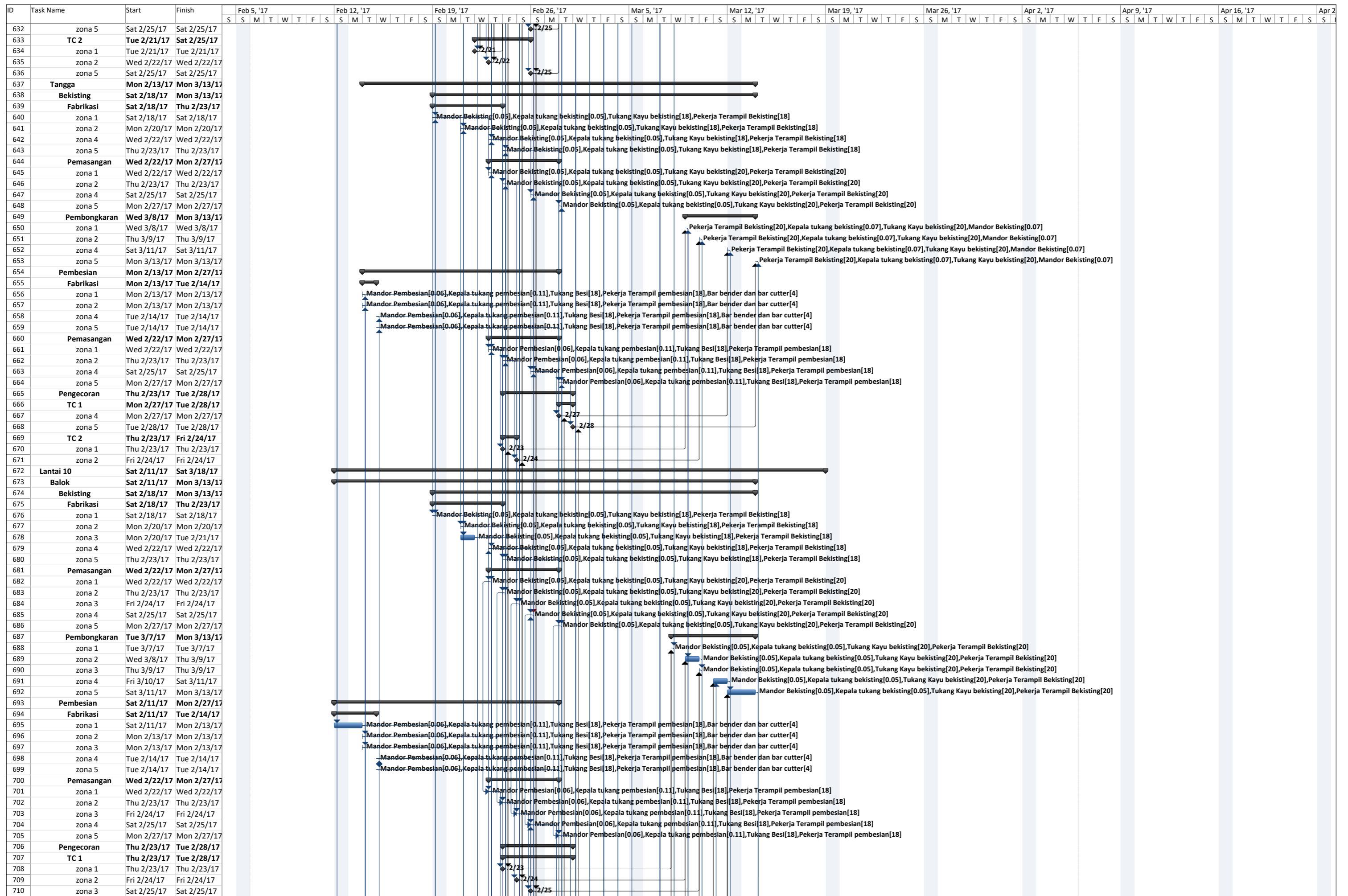


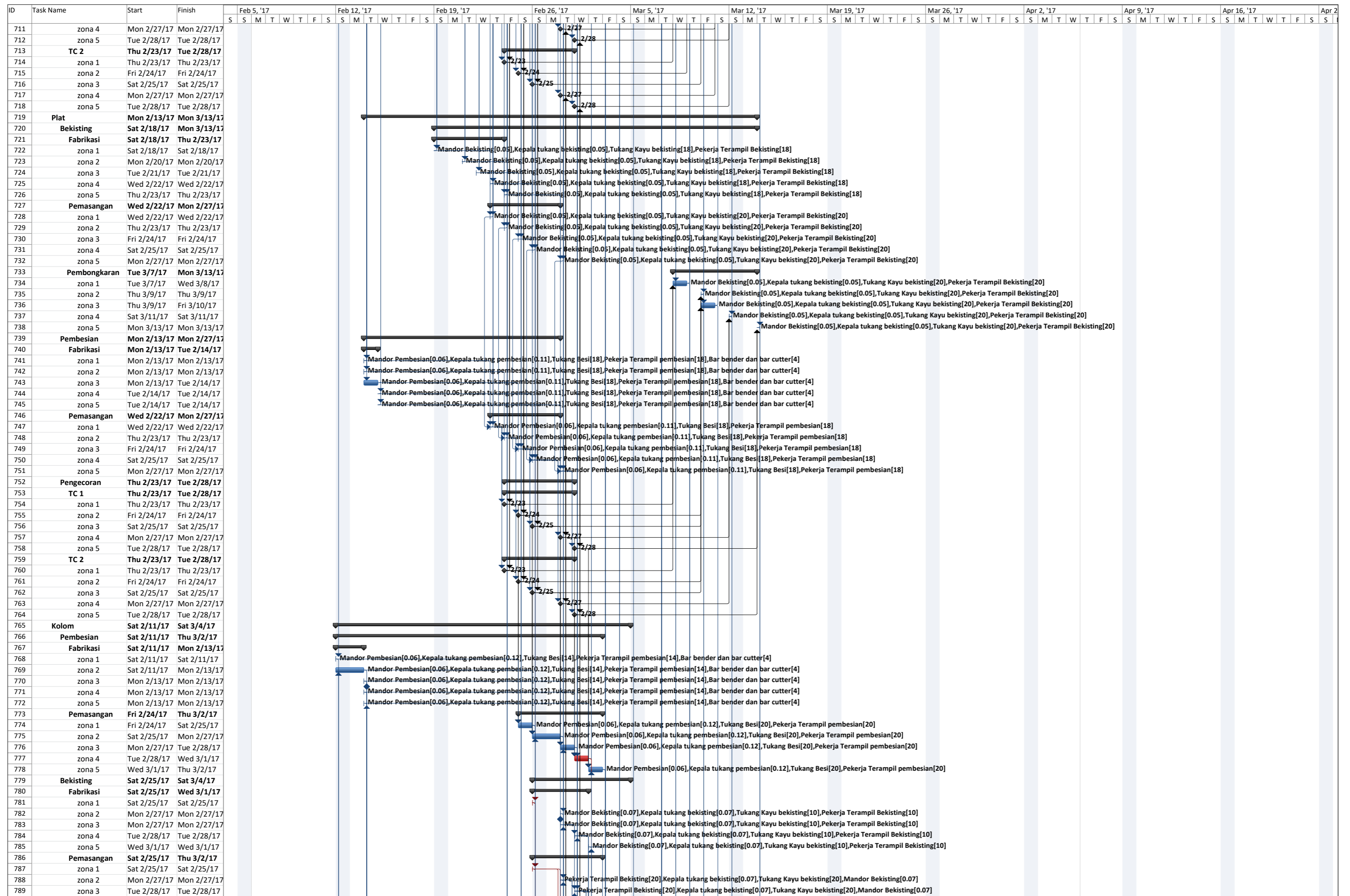
DETAIL 5
 SKALA 1 : 20

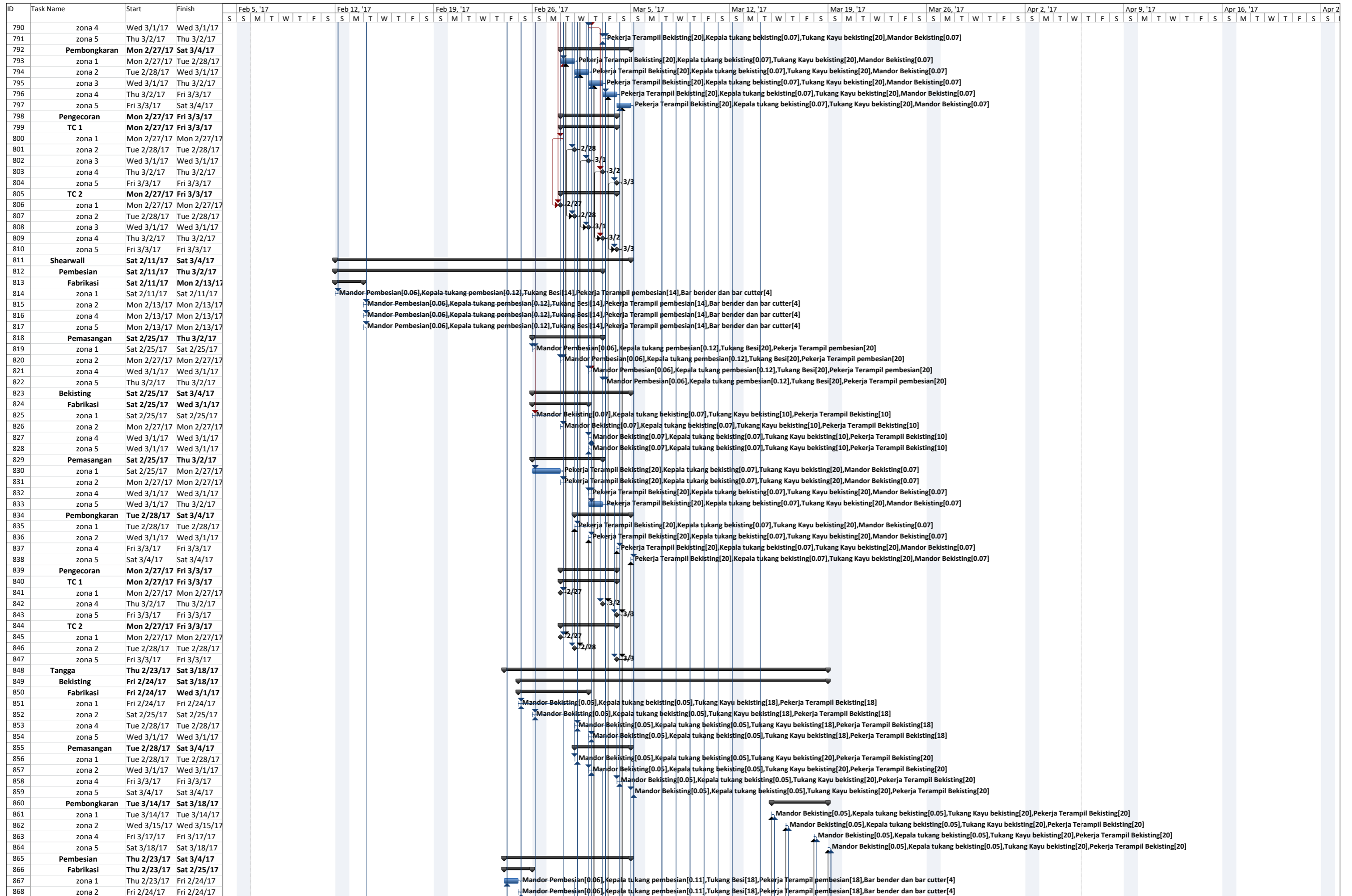


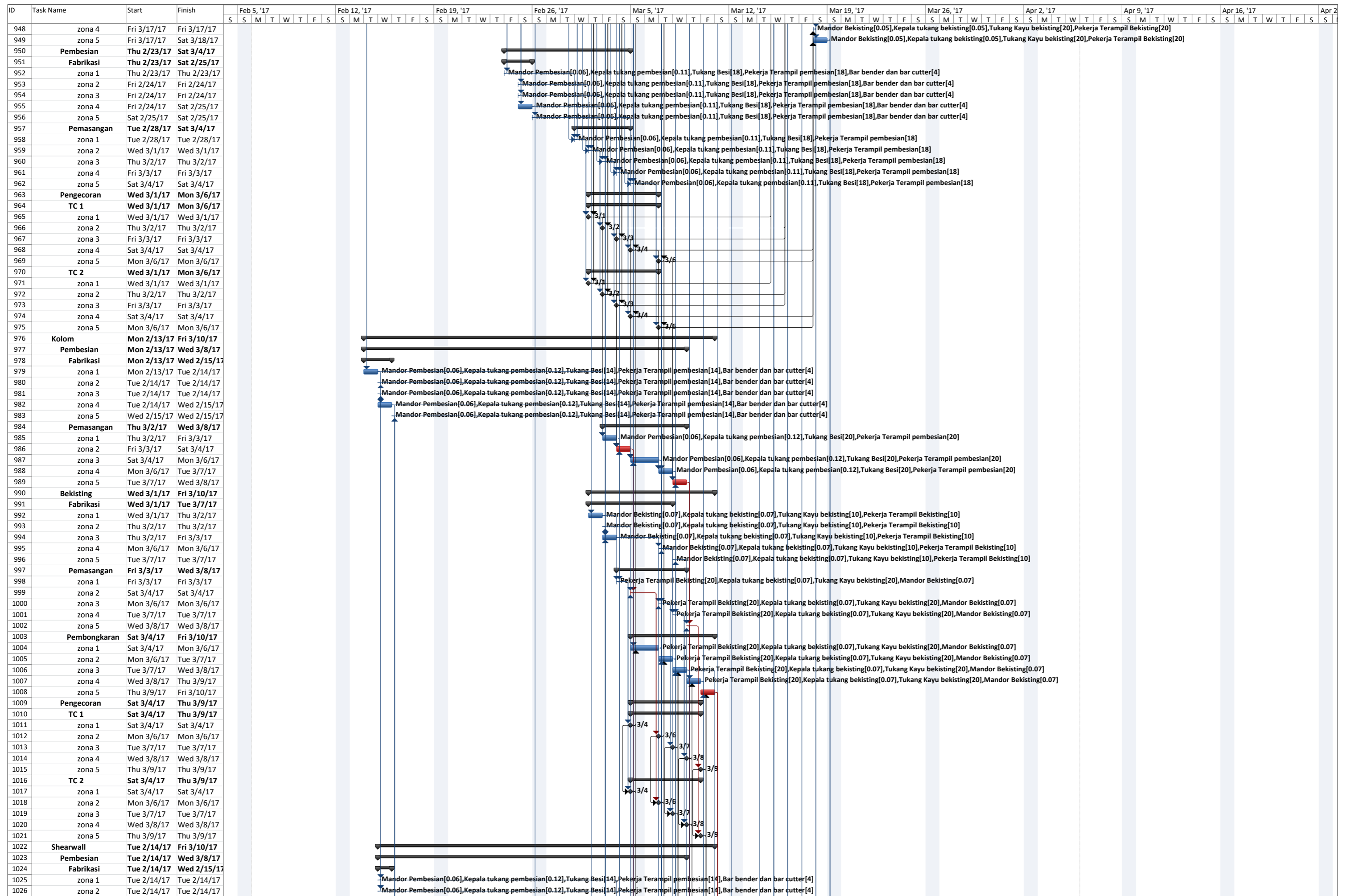


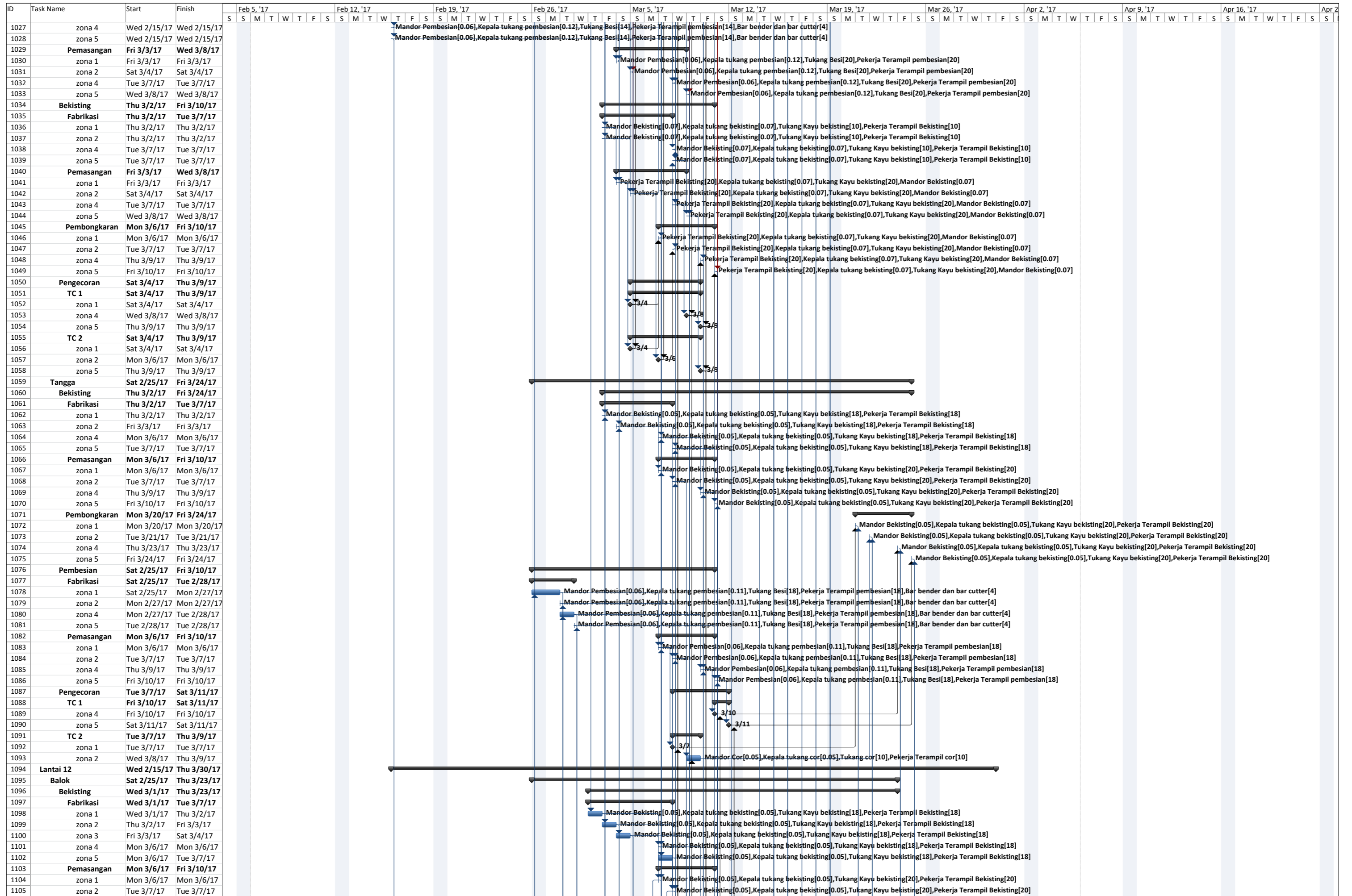


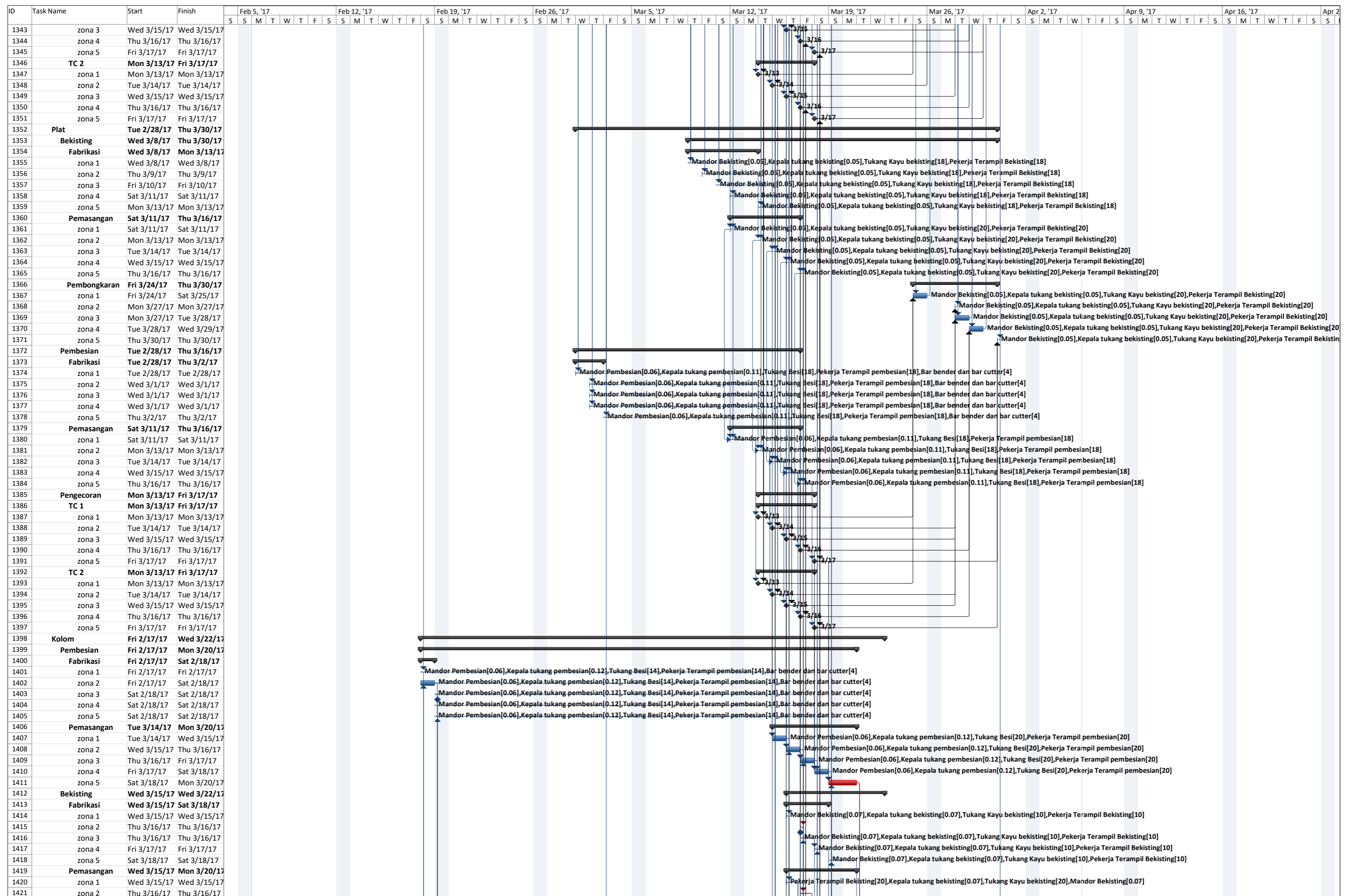


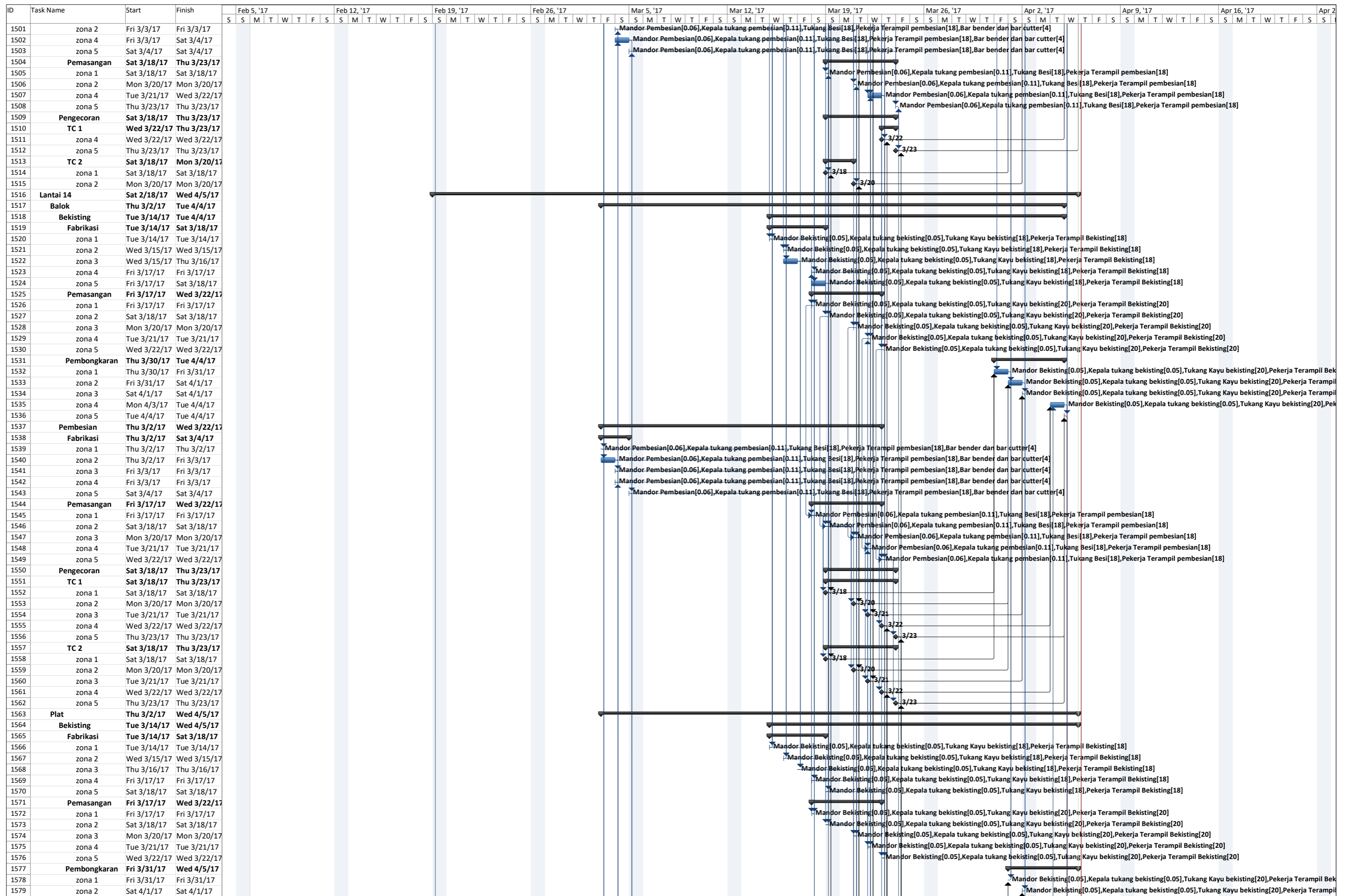






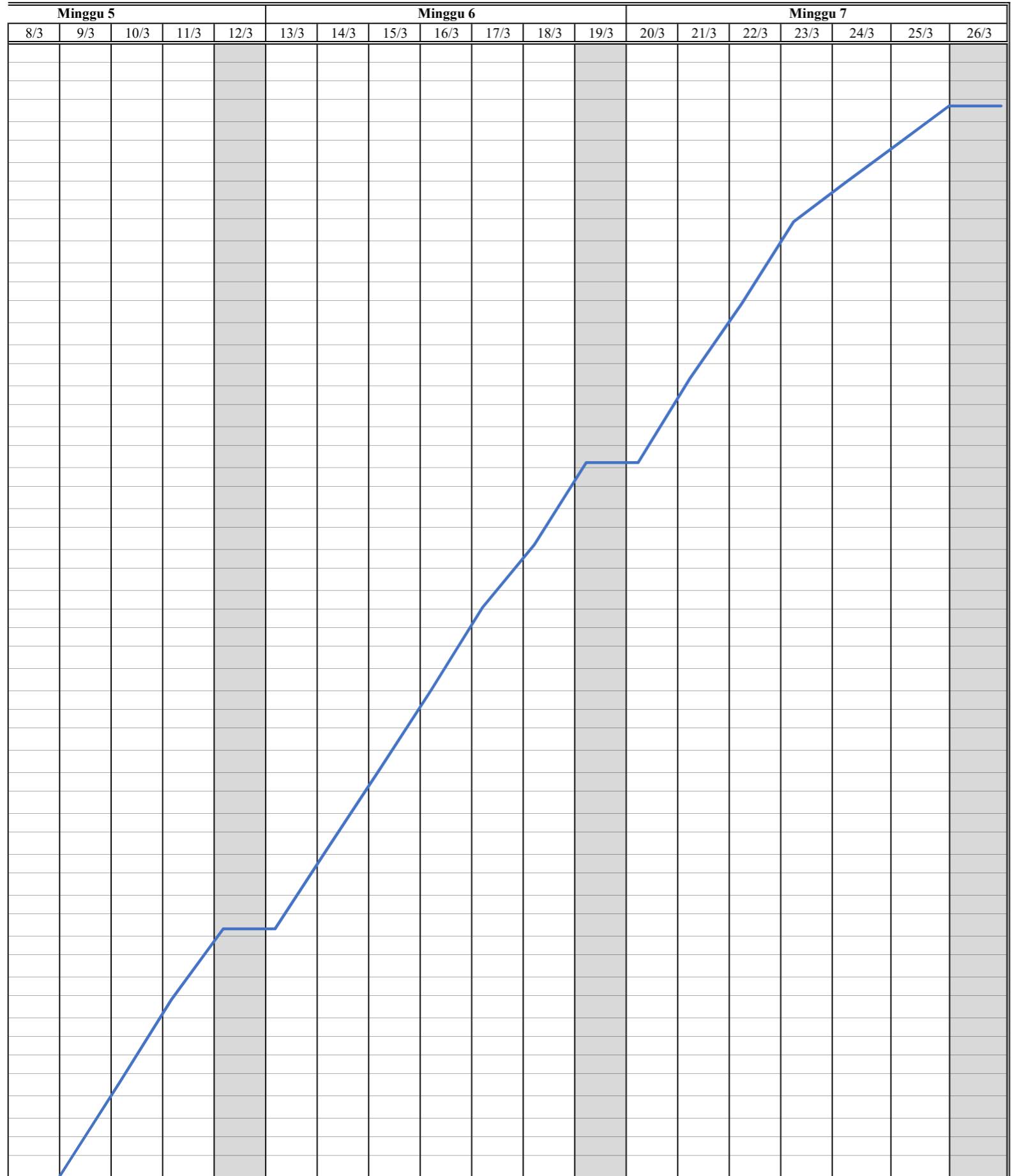






Kurva S Apartemen Taman Melati

Item Pekerjaan	Minggu 1							Minggu 2							Minggu 3						Minggu 4															
	6/2	7/2	8/2	9/2	10/2	11/2	12/2	13/2	14/2	15/2	16/2	17/2	18/2	19/2	20/2	21/2	22/2	23/2	24/2	25/2	26/2	27/2	28/2	1/3	2/3	3/3	4/3	5/3	6/3	7/3						
A. Pekerjaan Struktur Atas																																				
- Lantai 6																																				
1 Pekerjaan tangga																																				
a. pekerjaan bekisting	0.04%	0.04%	0.04%	0.04%																																
b. pekerjaan pembesian		0.11%	0.11%	0.11%																																
c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)		0.05%		0.05%	0.05%																															
- Lantai 7																																				
2 Pekerjaan Kolom																																				
a. pekerjaan pembesian			0.82%	0.82%	0.82%	0.82%																														
b. pekerjaan bekisting			0.11%	0.11%	0.11%	0.11%																														
c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)				0.08%	0.08%	0.08%																														
3 Pekerjaan <i>shearwall</i>																																				
a. pekerjaan pembesian			0.25%	0.25%		0.25%																														
b. pekerjaan bekisting			0.11%	0.11%		0.11%																														
c. pekerjaan beton (fc'= 42 Mpa)				0.09%	0.09%																															
4 Pekerjaan balok																																				
a. pekerjaan bekisting	0.44%	0.44%	0.44%	0.44%																																
b. pekerjaan pembesian	0.57%	0.57%	0.57%	0.57%																																
c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	0.11%	0.11%	0.11%	0.11%	0.11%																															
5 Pekerjaan plat lantai																																				
a. pekerjaan bekisting	0.28%	0.28%	0.28%	0.28%																																
b. pekerjaan pembesian	0.20%	0.20%	0.20%	0.20%																																
c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)	0.16%	0.16%	0.16%	0.16%	0.16%																															
6 Pekerjaan tangga																																				
a. pekerjaan bekisting					0.04%	0.04%																														
b. pekerjaan pembesian					0.08%	0.08%																														
c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)						0.04%	0.04%	0.04%																												
- Lantai 8																																				
7 Pekerjaan Kolom																																				
a. pekerjaan pembesian								0.82%	0.82%	0.82%	0.82%	0.82%																								
b. pekerjaan bekisting								0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%																								
c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)									0.08%	0.08%	0.08%	0.08%																								
8 Pekerjaan <i>shearwall</i>																																				
a. pekerjaan pembesian									0.25%	0.25%																										
b. pekerjaan bekisting										0.07%	0.07%																									
c. pekerjaan beton (fc'= 42 Mpa)										0.09%	0.09%																									
9 Pekerjaan balok																																				
a. pekerjaan bekisting					0.36%	0.36%																														
b. pekerjaan pembesian					0.46%	0.46%																														
c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)						0.11%	0.11%	0.11%	0.11%																											
10 Pekerjaan plat lantai																																				
a. pekerjaan bekisting					0.23%	0.23%																														
b. pekerjaan pembesian					0.16%	0.16%																														
c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)						0.16%	0.16%	0.16%	0.16%																											
11 Pekerjaan tangga																																				
a. pekerjaan bekisting										0.04%	0.04%																									
b. pekerjaan pembesian										0.08%																										
c. pekerjaan beton (fc' = 25 Mpa)											0.04%	0.04%																								
- Lantai 9																																				
12 Pekerjaan Kolom																																				
a. pekerjaan pembesian																		0.71%	0.71%	0.71%	0.71%	0.71%														
b. pekerjaan bekisting																		0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%														
c. pekerjaan beton (fc' = 42 Mpa)																			0.08%	0.08%	0.08%	0.08%	0.08%													
13 Pekerjaan <i>shearwall</i>																																				
a. pekerjaan pembesian																		0.25%	0.25%																	
b. pekerjaan bekisting																			0.06%																	



	0.29%	0.29%			0.29%	0.29%												
	0.05%	0.05%			0.05%	0.05%												
		0.09%	0.09%			0.09%	0.09%											
0.11%	0.11%	0.11%																
0.46%	0.46%	0.46%																
0.11%	0.11%	0.11%	0.11%															
0.08%	0.08%	0.08%																
0.16%	0.16%	0.16%																
0.16%	0.16%	0.16%	0.16%															
			0.02%		0.02%		0.02%	0.02%										
			0.08%		0.08%		0.08%	0.08%										
					0.04%	0.04%		0.04%	0.04%									
								0.62%	0.62%	0.62%	0.62%		0.62%					
								0.05%	0.05%	0.05%	0.05%		0.05%					
									0.08%	0.08%	0.08%		0.08%	0.08%				
								0.30%	0.30%		0.30%		0.30%					
									0.07%		0.07%		0.07%					
									0.09%	0.09%			0.09%	0.09%				
			0.11%		0.11%	0.11%	0.11%	0.11%										
			0.46%		0.46%	0.46%	0.46%	0.46%										
					0.11%	0.11%	0.11%	0.11%	0.11%									
			0.09%		0.09%	0.09%	0.09%	0.09%										
			0.16%		0.16%	0.16%	0.16%	0.16%										
									0.02%	0.02%		0.02%	0.02%					
									0.08%		0.08%		0.08%	0.08%				
									0.04%		0.04%		0.04%	0.04%				
													0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	0.50%	
													0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	0.05%	
														0.11%	0.11%	0.11%	0.11%	
													0.30%	0.30%		0.30%	0.30%	
														0.07%		0.07%	0.07%	
														0.09%	0.09%	0.09%	0.09%	
									0.11%	0.11%		0.11%	0.11%	0.11%				
									0.46%	0.46%		0.46%	0.46%	0.46%				
										0.11%		0.11%	0.11%	0.11%	0.11%			
									0.09%	0.09%		0.09%	0.09%	0.09%				
										0.20%		0.20%	0.20%	0.20%				
										0.16%		0.16%	0.16%	0.16%	0.16%			
2.37%	2.36%	2.39%	2.05%	0.00%	2.30%	2.29%	2.31%	2.41%	1.81%	2.38%	0.00%	2.44%	2.16%	2.37%	1.14%	1.11%	1.11%	0.00%
69.36%	71.72%	74.12%	76.17%	76.17%	78.47%	80.75%	83.06%	85.47%	87.29%	89.67%	89.67%	92.11%	94.27%	96.64%	97.78%	98.89%	100.00%	100.00%