



**TUGAS AKHIR TERAPAN – RC146599**

**DESAIN STRUKTUR GEDUNG PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG MENGGUNAKAN  
SISTEM GANDA DAN METODE PELAKSANAAN  
PEKERJAAN PONDASI**

**DZUL FIKRI MUHAMMAD  
NRP. 3113041014**

**Dosen Pembimbing**

**Prof. Ir. M. SIGIT DARMAWAN, M.EngSc., Ph.D  
NIP. 19630726 198903 1 003**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**2017**



**TUGAS AKHIR TERAPAN – RC146599**

**DESAIN STRUKTUR GEDUNG PASCASARJANA  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG MENGGUNAKAN  
SISTEM GANDA DAN METODE PELAKSANAAN  
PEKERJAAN PONDASI**

**DZUL FIKRI MUHAMMAD  
NRP. 3113041014**

**Dosen Pembimbing**

**Prof. Ir. M. SIGIT DARMAWAN, M.EngSc., Ph.D  
NIP. 19630726 198903 1 003**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA EMPAT TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA**

**2017**



**FINAL PROJECT – RC146599**

**STRUCTURE DESIGN OF “PASCA SARJANA  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG” BUILDING  
USING DOUBLE SYSTEM AND IMPLEMENTATION  
METHODE OF FOUNDATION CONSTRUCTION**

**DZUL FIKRI MUHAMMAD  
NRP. 3113041014**

**Supervisor:  
Prof. Ir. M. SIGIT DARMAWAN, M.EngSc., Ph.D  
NIP. 19630726 198903 1 003**

**DIPLOMA IV STUDY PROGRAM OF CIVIL ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL INFRASTRUCTURE ENGINEER  
FACULTY VOCATION  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA**

**2017**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**“Desain Struktur Gedung Pascasarjana Universitas Islam  
Malang Menggunakan Sistem Ganda dan Metode  
Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi”**

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Sains Terapan  
- Pada

Program Studi Diploma IV Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Surabaya, 24 Juli 2017

oleh:

Mahasiswa



Dzul Fikri Muhammad

NRP. 3113041014

Disetujui Oleh:  
Dosen Pembimbing



26 JUL 2017

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, MEngSc, PhD

NIP. 19630726 198903 1 003



# BERITA ACARA

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

No. Agenda :  
037713/IT2.VI.8.1/PP.06.00/2017

Tanggal : 7/11/2017

Judul Tugas Akhir Terapan	Desain Struktur Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang Menggunakan Sistem Ganda dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi		
Nama Mahasiswa	Dzul Fikri Muhammad	NRP	31130410,14
Dosen Pembimbing 1	Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., Ph.D. NIP 19630726 198903 1 003	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2	- NIP -	Tanda tangan	-

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<ul style="list-style-type: none"> <li>- direvisi di referensi dan ukuran arbanding ke dg resultante dx dan dy ✓</li> <li>- gbn plat (15 dan 16) ✓</li> <li>- gbn 27 + gbn 29 (ada las) ✓</li> </ul>	 Ir. Sungkono, CES. NIP 19591130 198601 1 001
<ul style="list-style-type: none"> <li>- gbn 9, 10 (tinggi bondar) ✓</li> <li>- gbn lub pias + TP ✓</li> </ul>	 Ir. Srie Subekti, MT. NIP 19560520 198903 2 001
	- NIP -
	- NIP -

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
		-	-
Ir. Sungkono, CES. NIP 19591130 198601 1 001	Ir. Srie Subekti, MT. NIP 19560520 198903 2 001	NIP -	NIP -

Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjilidan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	Dosen Pembimbing 1	Dosen Pembimbing 2
		-
	Prof. Ir. M. Sigit D., M.EngSc., Ph.D. NIP 19630726 198903 1 003	NIP -



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

**FAKULTAS VOKASI**  
 DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116  
 Telp. 031-5947837 Fax. 031-5938025  
<http://www.diplomasipil-its.ac.id>

**ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN**

**Nama** : 1 Dzuh FIKRI MUHAMMAD 2  
**NRP** : 1 2  
**Judul Tugas Akhir** : Desain Struktur Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang Metode Dual sistem  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Ir. M. Sigit Darmawan M.Eng.Sc

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
	20 April 2017	- Kontrol Periode, Simpangan, Geser membatasi mode wCrack				
		- Kontrol Desain tulangan membatasi Crack		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K
		- Menghitung kolom membatasi momen > arah				
		- Kolom shearwall dicoba ditinjau Fan		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K
	4 Mei 2017	- Pondasi menggunakan beban gempa				
		- Shearwall PCA Col membatasi Control point		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K
	18 Mei 2017	- Momen pada Joints control. M1, moment sumbu 1				
		- Pondasi direk beban kombinasi		<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K
				<input type="checkbox"/> B	<input type="checkbox"/> C	<input type="checkbox"/> K

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



### ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

**Nama** : 1 Dzul Fikri MUHAMMAD 2  
**NRP** : 1 3113 091 019 2  
**Judul Tugas Akhir** : Desain Struktur Gedung Universitas Islam Malang Metode  
 Dael Sistem  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Ir. M. Sigit Darmawan M.Eng.Sc Phd

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	9 Februari 2017	- Preliminary tidak harus sesuai rumus SNL hasilnya				
		- Mencari Pabel pelat retak		B	C	K
		- Beban untuk kecepatan angin melibatkan BMKG		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	21 Februari 2017	- Perhitungan Pelat bisa memakai Pel 71 dan SAP		B	C	K
		- Beban Tangga dicek kembali		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Beban Pelat lantai bisa disamakan atau dibedakan, jika tulangan ketemu		B	C	K
		hampir sama, maka disamakan		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		= Jika memakai boarder harus satu arah ditambah wtkmesh				
				B	C	K
3	1 Maret 2017	- Berat Struktur tidak boleh memakai base reaction fz		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		- Berat buah Periode fundamental dicek		B	C	K
		- Pelat tangga Esau memakai blok		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
		Pengerjaan lebih sulit				

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



**KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
 PROGRAM STUDI DIPLOMA - JURUSAN TEKNIK 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 Dzul Fiferi Muhammad **2**  
**NRP** : 1 **2**  
**Judul Tugas Akhir** : Desain Struktur Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang  
 Metode Dualsystem  
**Dosen Pembimbing** : Prof. Ir. M. Sigit Darmawan M.Eng.Sc. Phd

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan
		- Mass Source menghitung dengan rumus parturan baru		
		- Tidak boleh putus untuk Shear wall		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	14 Maret 2017	- Perbaikan perhitungan momen pelat SAP dengan PBI = Balok di SAP ikut turun sehingga momen bertambah		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Mode 1 = SAPM Mode 2 : Shear wall dicari		
		- Mass Source menggunakan SNI baru		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
	6 April 2017	- Struktur Baja menggunakan SNI 2002		<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Struktur Atap tidak perlu ifitan desig.		B C K <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		- Shearwall dicekikan		<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



# **Desain Struktur Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang Menggunakan Sistem Ganda dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi**

**Nama Mahasiswa : Dzul Fikri Muhammad**

**NRP : 3113041014**

**Departemen : D4 Teknik Infrastruktur Sipil**

**Dosen Pembimbing : Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD**

## **Abstrak**

Semakin banyak mahasiswa baru pascasarjana melakukan studinya di Universitas Islam Malang, membuat Gedung Perkuliahan Pasca Sarjana tidak dapat menampung calon mahasiswa tersebut. Sehingga perlu adanya tambahan gedung. Wilayah Indonesia khususnya Pulau Jawa merupakan wilayah yang rawan akan gempa, sehingga dalam pembangunan infrastruktur harus memenuhi syarat tahan gempa. Tidak terkecuali Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang, sehingga diperlukan perancangan dan pengawasan khusus untuk menekan resiko kerugian yang terjadi akibat gempa.

Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang merupakan gedung perkuliahan yang terdiri dari 7 (tujuh) lantai dengan konstruksi sistem ganda. Dalam penyusunan tugas akhir, gedung akan ditambah 1 (satu) lantai. Sistem Struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen dan Dinding Geser Struktur Khusus. Desain Struktur terdiri dari Struktur Sekunder yang terdiri dari pelat, tangga, balok lift, balok anak, struktur atap dan Struktur Primer yang terdiri dari balok induk, kolom, dinding geser. Desain struktur menggunakan panduan peraturan perencanaan struktur yang telah ada yaitu SNI 2847 2013, SNI 1727 2013, SNI 1726 2012, PPIUG 1983, PBBI 1971.

Hasil dari desain struktur adalah tebal pelat 10 cm dan 12 cm, ukuran balok induk 74/40, 70/35, 60/30, dan 50/25. Kolom berukuran 83/83, 50/50, dan 40/40. Dimensi dinding geser panjang 3 m dan tebal 20 cm. Pondasi menggunakan poer dan tiang pancang dengan diameter 45 cm dengan kedalaman 27m

dari permukaan tanah dan perencanaan metode pelaksanaan serta rencana anggaran biaya pada pekerjaan pondasi.

**Kata Kunci : Desain Struktur, Sistem Ganda , respon dinamik, dan Metode Pondasi**

# **Structure Design of “Pasca Sarjana Universitas Islam Malang” Building Using Double System and Implementation Methode of Foundation Construction**

**Name** : Dzul Fikri Muhammad  
**NRP** : 3113041014  
**Departemen** : D4 Teknik Infrastruktur Sipil  
**Supervisor** : Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

## **Abstrack**

*Increase of new postgraduate students do their study at Islamic University of Malang, make Postgraduate Study Building unable to accommodate the student candidate. So there is need for additional buildings. The territory of Indonesia, especially Java Island, is an area prone to earthquake, so that in infrastructure development must meet earthquake resistant requirements. No exception Postgraduate Building of Islamic University of Malang, so that required special design and supervision to reduce the risk of losses caused by the earthquake.*

*The Postgraduate Building of Islamic University of Malang is a building which consists of 7 (seven) floors with double system construction. In the preparation of the final task, the building will be added 1 (one) floor. Structure System used is Frame Moment Frame System and Special Shear Sliding Wall. Structure Design consists of Secondary Structure consisting of plate, ladder, elevator beam, secondary beam, roof structure and Primary Structure consisting of primer beam, column, shear wall. Structural design using existing structural planning guidelines, namely SNI 2847 2013, SNI 1727 2013, SNI 1726 2012, PPIUG 1983, UNI 1971.*

*The result of the structural design is 10 cm thick and 12 cm thick, the size of the master beam 74/40, 70/35, 60/30, and 50/25. Column is 83/83, 50/50, and 40/40. Dimensions of long shear wall 3 m and 20 cm thick. The foundation uses poer and pile*

*with a diameter of 45 cm with a depth of 27m from the surface of the ground and planning of implementation methods and cost budget plan on foundation work*

**Keywords : Structure Design, Double System , dynamic respon, and Foundation Methode**

## **Kata Pengantar**

Puji syukur terpanjatkan kehadiran Allah S.W.T. atas segala limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam semoga tetap tercurah kepada Nabi Muhammad S.A.W. karena berkat rahmat Allah S.W.T. proposal proyek akhir ini yang berjudul **“Desain Struktur Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang Menggunakan Sistem Ganda dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi”** dapat terselesaikan.

Tersusunnya proposal tugas akhir ini juga tidak terlepas dari banyaknya dukungan dan motivasi dari berbagai pihak yang telah membantu dan memberi masukan serta arahan. Untuk itu begitu banyak ucapan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua, saudara tercinta , sebagai semangat, dan yang telah banyak memberi dukungan moril dan materiil, terutama doa.
2. Bapak Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,Msc,PhD, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan, petunjuk, dan motivasi dalam penyusunan proyek akhir ini.
4. Bapak Tatas, ST., MT., selaku dosen wali.
5. Teman-teman terdekat yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, terima kasih atas bantuan dan saran selama proses pengerjaan laporan Tugas Akhir ini.

Semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pihak lain, dan untuk pengembangan pengetahuan.

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## Daftar Isi

Abstrak .....	i
Abstrack .....	iii
Daftar Isi.....	vii
Daftar Gambar.....	xiii
Daftar Tabel.....	xvii
Daftar Notasi .....	xix
BAB I .....	1
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Tujuan.....	3
1.4. Batasan Masalah.....	3
1.5. Manfaat.....	4
BAB 2.....	5
TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Umum .....	5
2.2. Data Proyek .....	5
2.3. Peraturan Perancangan .....	5
2.4. Sistem Rangka Pemikul Momen .....	6
2.5. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus .....	6
2.5.1 Syarat Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus ..6	
2.6. Sistem Ganda.....	8

2.7. Dinding Geser.....	9
2.8. Batasan Sistem Struktur dan Batasan Tinggi Struktur	9
2.9. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi.....	11
2.9.1 Pembahasan pekerjaan pondasi: .....	11
2.9.2 Rencana Anggaran Biaya .....	12
<b>BAB III.....</b>	<b>13</b>
<b>METODOLOGI .....</b>	<b>13</b>
3.1. Umum.....	13
3.2. Diagram Alir.....	13
3.3. Pengumpulan Data.....	15
3.4. Studi Literatur.....	15
3.5. Analisis Pembebanan.....	16
3.5.1 Beban Mati.....	16
3.5.2 Beban Hidup .....	17
3.5.3 Beban Angin .....	17
3.5.4 Beban Gempa.....	17
3.5.5 Kombinasi Beban.....	25
3.6. Perencanaan Struktur Sekunder.....	25
3.6.1 Pelat .....	25
3.6.2 Tangga .....	30
3.7. Preliminary Desain .....	30
3.7.1 Perencanaan Dimensi Balok .....	30
3.7.2 Perencanaan Dimensi Kolom .....	31



3.7.3 Perencanaan Dimensi Dinding Geser .....	31
3.8. Kontrol Dinamis .....	31
3.8.1 Kontrol Partisipasi Massa .....	31
3.8.2 Kontrol Periode Fundamental Struktur.....	31
3.8.3 Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum .....	33
3.8.4 Kontrol Batas Simpangan .....	33
3.9. Perencanaan Struktur Primer.....	35
3.9.1 Balok.....	35
3.9.2 Kolom .....	41
3.9.3 Dinding Geser .....	44
3.10. Hubungan Balok Kolom.....	46
3.11. Struktur Pondasi .....	46
3.11.1 Daya Dukung Tanah.....	47
3.11.2 Tiang Pancang .....	47
3.11.3 Poer.....	48
3.12. Gambar Kerja .....	49
<b>BAB IV .....</b>	<b>51</b>
<b>Analisa dan Pembahasan .....</b>	<b>51</b>
4.1. Perencanaan Dimensi Struktur .....	51
4.1.1 Perencanaan Dimensi Balok .....	51
4.1.2 Perencanaan Tebal pelat .....	52
4.1.3 Perencanaan Dimensi Kolom .....	54
4.1.4 Perencanaan Tebal Dinding Geser.....	56
4.2. Pembebanan.....	57

4.2.1	Beban Mati.....	57
4.2.2	Beban Hidup .....	57
4.2.3	Beban Angin minimum : .....	58
4.2.4	Beban Gempa.....	59
4.3.	Perencanaan Struktur Sekunder.....	67
4.3.1	Perencanaan Pelat .....	67
4.3.2	Perencanaan Struktur Tangga.....	77
4.3.3	Perencanaan Balok Lift.....	90
4.3.4	Desain Balok Anak .....	101
4.3.5	Perhitungan Struktur Atap .....	110
4.4.	Analisa Permodelan.....	147
4.4.1	Peninjauan Terhadap Pengaruh Gempa.....	149
4.4.2	Faktor Skala Gaya beban Gempa Respon Spektrum .....	149
4.4.3	Kontrol Partisipasi Massa .....	150
4.4.4	Kontrol Periode Fundamental.....	152
4.4.5	Kontrol Gaya Geser Dasar .....	153
4.4.6	Kontrol Simpangan Antar Lantai.....	157
4.4.7	Kontrol Sistem Ganda.....	160
4.4.8	Kontrol Joint reaction pada salah satu kolom...	161
4.5.	Perhitungan Struktur Primer.....	162
4.5.1	Desain Balok.....	163
4.5.2	Desain Kolom .....	187
4.5.3	Desain Hubungan Balok Kolom.....	207

4.5.4 Desain Dinding Geser.....	209
4.6. Perencanaan Pondasi .....	216
4.6.1 Perencanaan Sloof .....	216
4.6.2 Daya Dukung Tanah .....	222
4.6.3 Perhitungan Tiang Pancang dan Poer .....	224
4.7. Metode Pelaksanaan dan Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Pondasi .....	250
4.7.1 Metode Pelaksanaan .....	250
4.7.2 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Pondasi ...	254
BAB V .....	257
Kesimpulan dan Saran.....	257
5.1. Kesimpulan.....	257
5.2. Saran .....	260
Daftar Pustaka .....	261
Lampiran .....	263

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## Daftar Gambar

Gambar 2. 1 Gaya geser desain balok .....	7
Gambar 2. 2 Gaya geser desain kolom.....	8
Gambar 2. 3 Simpangan izin antar lantai .....	34
Gambar 3. 1 Nilai untuk Kota Malang adalah $S_s = 0.7$ .....	22
Gambar 3. 2 Nilai untuk Kota Malang adalah $S_1 = 0.25$ ....	23
Gambar 3. 3 Respon Spektrum Desain .....	24
Gambar 3. 4 $L_y$ dan $L_x$ pelat.....	26
Gambar 3. 5 $A_v$ berdasar jumlah kaki.....	38
Gambar 3. 6 Ilustrasi dari Aoh .....	40
Gambar 3. 7 Rangka bergoyang dan tidak bergoyang .....	42
Gambar 3. 8 Gaya geser pada kolom .....	44
Gambar 3. 9 Gaya pada hubungan balok kolom .....	46
Gambar 4. 1 Denah Balok.....	51
Gambar 4. 2 Denah Pelat Lantai .....	53
Gambar 4. 3 Denah Kolom .....	55
Gambar 4. 4 Denah Dinding Geser .....	56
Gambar 4. 5 Nilai untuk Kota Malang adalah $S_s = 0.7$ .....	60
Gambar 4. 6 Nilai untuk Kota Malang adalah $S_1 = 0.25$ .....	60
Gambar 4. 7 Respon Spektrum Malang .....	67
Gambar 4. 8 Denah Pelat Lantai .....	68
Gambar 4. 9 Pelat Contoh Perhitungan .....	69
Gambar 4. 10 Potongan Pelat Lantai.....	70
Gambar 4. 11 Potongan Pelat Atap .....	72
Gambar 4. 12 Contoh Penulangan Lentur Pada Pelat .....	76
Gambar 4. 13 Tangga Tipe 1 .....	78
Gambar 4. 14 Mekanika Tangga Tipe 1 .....	79
Gambar 4. 15 Penulangan Tangga 2 .....	80
Gambar 4. 16 Tangga Tipe 2.....	81
Gambar 4. 17 Mekanika Tangga Tipe 2.....	81
Gambar 4. 18 Gambar Penulangan Tangga 1 .....	82

Gambar 4. 19 Denah Balok Bordes.....	83
Gambar 4. 20 Penulangan Balok Bordes .....	90
Gambar 4. 21 Denah Lift.....	91
Gambar 4. 22 Gambar Rencana Lift .....	91
Gambar 4. 23 Hoistway Lift.....	93
Gambar 4. 24 Penulangan Balok Lift.....	101
Gambar 4. 25 Denah Balok Anak .....	102
Gambar 4. 26 Penggambaran Penulangan Balok Anak ....	110
Gambar 4. 27 Arah Gaya Pada Gording .....	111
Gambar 4. 28 Penggantung Gording.....	113
Gambar 4. 29 Rencana Kuda-Kuda.....	115
Gambar 4. 30 Potongan Kuda-Kuda .....	115
Gambar 4. 31 Pembebanan Pada Kuda-Kuda .....	116
Gambar 4. 32 Profil Kuda-Kuda .....	122
Gambar 4. 33 Profil Kolom Kuda-Kuda .....	125
Gambar 4. 34 Sambungan S1 .....	129
Gambar 4. 35 Sambungan S1 .....	131
Gambar 4. 36 Sambungan S2.....	133
Gambar 4. 37 Sambungan Pucuk S2.....	135
Gambar 4. 38 Sambungan S2.....	138
Gambar 4. 39 Sambungan S3.....	140
Gambar 4. 40 Sambungan S3.....	142
Gambar 4. 41 Pelat Landas .....	142
Gambar 4. 42 Gaya pada pelat landas .....	144
Gambar 4. 43 Interaksi Pu dan Mu Kolom Pedestal .....	146
Gambar 4. 44 Sambungan kolom Pedestal.....	146
Gambar 4. 45 Gambar Permodelan Struktur 3D.....	147
Gambar 4. 46 Permodelan Struktur Lokasi Shearwall .....	148
Gambar 4. 47 Gambar Lokasi Dinding Geser.....	148
Gambar 4. 48 Mass source pada SAP 2000 .....	149
Gambar 4. 49 Faktor Skala Gaya Arah X .....	150
Gambar 4. 50 Faktor Skala Gaya Arah Y .....	150

Gambar 4. 51 Perubahan Faktor Gaya Arah X .....	156
Gambar 4. 52 Perubahan Faktor Gaya Arah Y .....	156
Gambar 4. 53 Perhitungan simpangan izin antar lantai ....	158
Gambar 4. 54 Portal yang ditinjau .....	164
Gambar 4. 55 Balok Induk ditinjau .....	165
Gambar 4. 56 Gaya geser rencana komponen SRPMK ...	172
Gambar 4. 57 Diagram Gaya Geser Pada Balok .....	174
Gambar 4. 58 Diagram Geser Wilayah 1 .....	175
Gambar 4. 59 Diagram Geser Wilayah 2 .....	175
Gambar 4. 60 Aoh dan Acp pada balok .....	178
Gambar 4. 61 Penggambaran Tulangan Balok Induk .....	185
Gambar 4. 62 Penulangan Balok Induk .....	186
Gambar 4. 63 Letak kolom pada portal .....	187
Gambar 4. 64 Denah Kolom K1 yang ditinjau.....	187
Gambar 4. 65 Gaya Geser Desain Kolom SRPMK .....	193
Gambar 4. 66 Hasil Perhitungan Penulangan Kolom 1 ....	197
Gambar 4. 67 Gaya Geser Desain Kolom SRPMK .....	203
Gambar 4. 68 Hasil Perhitungan Penulangan Kolom 2 ....	206
Gambar 4. 69 Penulangan Hubungan Balok Kolom .....	209
Gambar 4. 70 Penulangan <i>Shearwall</i> .....	216
Gambar 4. 71 Poer dan Tiang Pancang .....	227
Gambar 4. 73 Hasil Penulangan Pondasi P1 .....	232
Gambar 4. 72 Pondasi Tiang Pinggir .....	232
Gambar 4. 74 Poer Pondasi Dinding Geser.....	234
Gambar 4. 75 Pondasi Dua Kolom P3 .....	250
Gambar 4. 76 Penggalian tanah dengan backhoe.....	251
Gambar 4. 77 Pemancangan dengan alat HSPD .....	252
Gambar 4. 78 Rencana Jalur Pemancangan Pondasi.....	252
Gambar 4. 79 Pengecoran Poer dan Sloof.....	253

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



## Daftar Tabel

Tabel 2. 1 Batasan Sistem Struktur .....	10
Tabel 3. 1 Perubahan Data Awal.....	15
Tabel 3. 2 Kategori Resiko Gempa .....	18
Tabel 3. 3 Faktor Keutamaan Gempa.....	19
Tabel 3. 4 Klasifikasi Situs .....	19
Tabel 3. 5 Koefisien Situs Fa .....	21
Tabel 3. 6 Koefisien Situs Fv .....	22
Tabel 3. 7 Kategori Desain Seismik.....	23
Tabel 3. 8 Tebal minimum balok .....	27
Tabel 3. 9 Koefisien Ct dan x.....	32
Tabel 3. 10 Koefisien Cu.....	32
Tabel 3. 11 Simpangan izin antar lantai .....	34
Tabel 3. 12 Syarat Perlindungan Beton.....	35
Tabel 3. 13 Panjang Penyaluran .....	40
Tabel 4. 1 Perhitungan Dimensi Awal Kolom.....	56
Tabel 4. 2 Tekanan Angin.....	59
Tabel 4. 3 Kategori Resiko Berdasar SNI 1726 2012.....	59
Tabel 4. 4 Faktor Keutamaan Gempa SNI 1726-2012.....	60
Tabel 4. 5 Hasil Pengolahan data N-SPT Kota Malang.....	61
Tabel 4. 6 Koefisien Situs Fa.....	62
Tabel 4. 7 Nilai Sds dan Kategori Resiko.....	63
Tabel 4. 8 Nilai Sd1 dan Kategori Resiko.....	63
Tabel 4. 9 Penentuan Sistem Struktur.....	64
Tabel 4. 10 Respon Spektrum Malang.....	66
Tabel 4. 11 Lebar retak Izin.....	75
Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Tulangan Pelat.....	76
Tabel 4. 13 Tabel Spesifikasi Elevator.....	92
Tabel 4. 14 Tabel Periode dan Partisipasi Masa.....	151
Tabel 4. 15 Modal period.....	153
Tabel 4. 16 Nilai Wt.....	155

Tabel 4. 17 Gaya geser gempa hasil SAP.....	155
Tabel 4. 18 Simpangan izin antar lantai.....	157
Tabel 4. 19 Joint Reaction Prosentase Gempa.....	160
Tabel 4. 20 Tabel hasil perhitungan tulangan balok.....	170
Tabel 4. 21 Pembagian daerah tumpuan dan lapangan.....	170
Tabel 4. 22 Pembagian daerah tulangan geser balok.....	172
Tabel 4. 23 Panjang Penyaluran Batang Ulir.....	182
Tabel 4. 24 Gaya Aksial Kolom.....	188

## Daftar Notasi

- $A_s$  =Luas tulangan,  $\text{mm}^2$   
 $b_w$  =Lebar badan (web), mm.  
 $d$  =Tinggi efektif, mm  
 $D$  =pengaruh dari beban mati.  
 $F_a$  =Koefisien situs untuk perioda pendek (pada perioda 0,2 detik).  
 $F_v$  =Koefisien situs untuk perioda panjang (pada perioda 1 detik).  
 $f'_c$  =Kekuatan tekan beton yang disyaratkan, Mpa.  
 $f_y$  =Kekuatan leleh tulangan yang disyaratkan, Mpa.  
 $h$  =Tebal atau tinggi keseluruhan komponen struktur, mm.  
 $h_w$  =Tinggi bersih segmen yang ditinjau, mm.  
 $I$  =Momen inersia penampang terhadap sumbu pusat,  $\text{mm}^4$ .  
 $I_b$  =Momen inersia penampang bruto balok terhadap sumbu pusat,  $\text{mm}^4$ .  
 $l_n$  =Panjang bentang bersih yang diukur muka ke muka tumpuan, mm.  
 $l$  =Panjang bentang balok atau slab satu arah, mm.  
 $L$  =Beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung, termasuk kejut, tetapi tidak termasuk beban lingkungan seperti angin, hujan, dan lain-lain.  
 $L_r$  =Beban hidup di atap yang ditimbulkan selama perawatan oleh pekerja, peralatan, dan material, atau selama penggunaan biasa oleh orang dan benda bergerak.  
 $R$  = Beban hujan, tidak termasuk yang diakibatkan genangan air.  
 $S_s$  =Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda pendek, redaman 5 persen.

- $S_1$  =Parameter percepatan respons spektral MCE dari peta gempa pada perioda 1 detik, redaman 5 persen.
- $S_{DS}$  =Parameter percepatan respons spektral pada perioda pendek, redaman 5 persen.
- $S_{D1}$  =Parameter percepatan respons spektral pada perioda 1 detik, redaman 5 persen.
- $S_{MS}$  =Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda pendek yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- $S_{M1}$  =Parameter percepatan respons spektral MCE pada perioda 1 detik yang sudah disesuaikan terhadap pengaruh kelas situs.
- $S_n$  =Kekuatan lentur, geser atau aksial nominal sambungan.
- $T$  =Perioda fundamental bangunan (seperti yang ditentukan dalam SNI 1726:2012 Pasal 7.8.2)
- $W$  =Beban angin.
- $\alpha_1$  =Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur lebar plat yang dibatasi secara lateral oleh garis pusat panel yang disebelahnya(jika ada) pada setiap sisi balok.
- $\phi_b$  =Faktor reduksi (0,9).
- $d_b$  =Diameter nominal batang tulangan, kawat, atau strand prategang, mm.
- $l_d$  =Panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir, kawat ulir, tulangan kawat las polos dan ulir, atau strand pratarik, mm.
- $l_{dc}$  =Panjang penyaluran tekan batang tulangan ulir dan kawat ulir, mm.
- $l_{dh}$  =Panjang penyaluran tarik batang tulangan ulir atau kawat ulir dengan kait standar, yang diukur dari penampang kritis ujung luar kait ( panjang penanaman

lurus antara penampang kritis dan awal kait[titik tangen] ditambah jari-jari dalam bengkokan dan satu diameter batang tulangan), mm.

$V_u$  =Gaya geser

$M_n$  =Momen nominal aktual balok

$l_n$  =Bentang bersih balok

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar belakang

Semakin banyak mahasiswa baru pascasarjana melakukan studinya di Universitas Islam Malang, membuat Gedung Perkuliahan Pasca Sarjana tidak dapat menampung calon mahasiswa baru. Saat ini kondisi gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang dianggap tidak sebanding dengan jumlah mahasiswa baru dan kurang layak. Oleh karena itu, pihak Universitas Islam Malang melakukan penambahan gedung untuk memfasilitasi mahasiswanya dalam proses belajar agar proses pembelajaran mahasiswa pascasarjana Universitas Islam Malang dapat berjalan dengan baik.

Wilayah Indonesia khususnya Pulau Jawa merupakan wilayah yang rawan akan gempa, sehingga dalam pembangunan infrastruktur harus memenuhi syarat tahan gempa. Karena Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang terletak di daerah rawan gempa sehingga diperlukan perancangan dan pengawasan khusus untuk menekan resiko kerugian yang terjadi akibat gempa. Salah satu cara yaitu dengan rekayasa sistem struktur dari gedung tersebut. Salah satu dari sistem struktur yang dapat digunakan untuk bangunan tahan gempa adalah sistem ganda. Sehingga pada tugas akhir ini, bangunan gedung tersebut dirancang dengan menggunakan Sistem Ganda yang terdiri dari 8 lantai. Kondisi gedung yang asli mempunyai 7 lantai dengan sistem struktur ganda.

Struktur dengan metode Sistem Ganda umumnya digunakan untuk perencanaan gedung tingkat tinggi di wilayah gempa kuat. Dengan sistem ini, dimensi rangka utama dapat diperkecil dengan menggunakan dinding geser. Penggunaan sistem ganda ini dianggap lebih hemat dibandingkan dengan Sistem Rangka Pemikul Momen, karena jika hanya menggunakan Sistem Rangka Pemikul

Momen saja, semakin tinggi struktur gedung maka semakin besar dimensi rangka utama yang digunakan. sehingga kemampuan struktur lebih banyak terbuang untuk menahan berat sendiri yang besar. Begitu pula jika hanya menggunakan sistem struktur Dinding Struktur dimana semakin tinggi gedung tersebut dan berada pada wilayah gempa kuat, maka semakin tebal pula dinding geser yang dibutuhkan, sehingga berat struktur juga semakin besar dan ruang fungsional juga akan berkurang. Sehingga diharapkan dengan menggunakan sistem ganda akan tercapai struktur yang lebih efisien.

## 1.2. Rumusan Masalah

Perumusan Utama:

Bagaimana merancang struktur Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang menggunakan sistem ganda?

Perumusan Detail:

1. Bagaimana merencanakan preliminary desain struktur?
2. Bagaimana asumsi pembebanan untuk perhitungan struktur?
3. Bagaimana merencanakan elemen struktur sekunder berupa balok anak, pelat dan tangga?
4. Bagaimana Permodelan Struktur Menggunakan SAP 2000?
5. Bagaimana merencanakan elemen struktur primer berupa balok induk, kolom dan shear wall?
6. Bagaimana merencanakan pondasi struktur yang mendukung kestabilan struktur?
7. Bagaimana menuangkan hasil perencanaan ke dalam gambar teknik?
8. Bagaimana metode pelaksanaan dan biaya dalam pembangunan pondasi?



### 1.3. Tujuan

#### Tujuan Utama:

Mendapatkan desain struktur Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang menggunakan sistem ganda

#### Tujuan Detail:

1. Merencanakan preliminary desain struktur
2. Mendapatkan asumsi pembebanan untuk perhitungan struktur
3. Merencanakan elemen struktur sekunder berupa balok anak, pelat dan tangga
4. Memodelkan Struktur Menggunakan SAP 2000?
5. Merencanakan elemen struktur primer berupa balok induk, kolom dan shear wall
6. Merencanakan pondasi struktur yang mendukung kestabilan struktur
7. Menuangkan hasil perencanaan ke dalam gambar teknik
8. Mendapat metode pelaksanaan dan biaya dalam pembangunan pondasi

### 1.4. Batasan Masalah

Mengingat keterbatasan waktu dalam penyusunan tugas akhir ini, maka penulis memberi batasan-batasan masalah antara lain :

1. Tidak menghitung sistem utilitas bangunan, instalasi air bersih dan air kotor, instalasi listrik, dan finishing
2. Perhitungan struktur dibatasi satu portal memanjang dan satu portal melintang
3. Tidak mempertimbangkan segi arsitektural dan ekonomis
4. Metode pelaksanaan yang dibahas adalah metode pelaksanaan pekerjaan pondasi
5. Rencana anggaran biaya yang dibahas adalah pekerjaan pondasi

#### 1.5. Manfaat

Manfaat dari tugas akhir ini adalah :

1. Bagi penulis, dapat mengetahui cara perhitungan struktur gedung dengan Sistem Ganda.
2. Bagi pembaca, mengetahui laporan perhitungan struktur dari Perancangan Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang dengan metode Sistem Struktur Ganda

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Umum

Desain struktur gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang menggunakan sistem ganda, yaitu gabungan antara Sistem Rangka Pemikul Momen dan dinding geser. Dalam tinjauan pustaka ini akan membahas beberapa dasar teori yang mendukung dalam penyusunan tugas akhir terapan ini.

### 2.2. Data Proyek

Data proyek pembangunan struktur gedung ini adalah sebagai berikut :

Nama Proyek : Gedung Pasca Sarjana Universitas Islam Malang  
Alamat Proyek : Jl. MT. Haryono 193 Malang  
Pemilik Proyek : Universitas Islam Malang  
Kontraktor : PT. Karya Sepakat Kita  
Struktur Atap : Baja Rigid Frame  
Struktur Bangunan : Beton bertulang

### 2.3. Peraturan Perancangan

SNI 2847-2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung  
SNI 1727-2013 Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain  
SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung  
PBBI 1971 Peraturan Beton Bertulang Indonesia  
PPIUG 1983 Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung

## 2.4. Sistem Rangka Pemikul Momen

Sistem rangka pemikul momen adalah sistem struktur yang memiliki rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap. Beban lateral dipikul oleh rangka pemikul momen melalui mekanisme lentur.

Sistem rangka pemikul momen terdiri dari:

1. Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa
2. Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah
3. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

## 2.5. Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

### 2.5.1 Syarat Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

Menggunakan SNI 2847 2013 pasal 21.5

- Pasal 21.5.1.1 Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur,  $P_u$  tidak boleh melebihi  $A_g F_c' / 10$
- Pasal 21.5.1.2 Bentang bersih untuk komponen struktur,  $l_n$ , tidak boleh kurang dari  $4d$
- Pasal 21.5.1.4 Lebar komponen struktur  $b_w$  tidak boleh melebihi komponen struktur penumpu, ditambah dengan dipilih yang lebih kecil dari
  - Lebar komponen kolom
  - 0.75 dimensi seluruh kolom

Tulangan Longitudinal

- Pasal 21.5.2.1
  - $\rho$  minimum =  $1.4 b_w d / f_y$
  - $\rho$  maksimum = 0.025

Paling sedikit dua batang harus disediakan menerus pada kedua sisi atas dan bawah

- Pasal 21.5.2.2

Luas tulangan pada momen positif tidak kurang dari  $\frac{1}{2}$  luas tulangan momen negatif pada muka join. Untuk sebarang penampang luas tulangan pada momen positif tidak kurang dari  $\frac{1}{4}$  luas tulangan momen negatif maksimum yang disediakan pada muka salah satu join

- Pasal 21.5.2.3

Spasi tulangan transversal yang berada di sambungan tulangan tidak boleh melebihi  $d/4$  dan 100mm

Tulangan Transversal

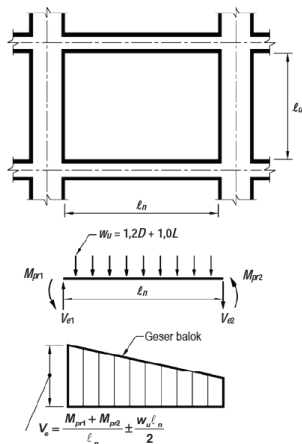
- Pasal 21.5.3.2

Sengkang tertutup pertama harus ditempatkan tidak lebih dari 50mm dari muka kolom. Spasi sengkang tertutup tidak boleh melebihi yang terkecil dari

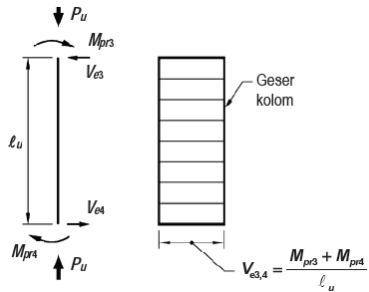
- $d/4$
- 6 diameter terkecil tulangan lentur utama
- 150mm

- Pasal 21.5.3.4 Bila sengkang tertutup tidak diperlukan, spasi sengkang tidak lebih dari  $d/2$

- Pasal 21.6.2.2 Kekuatan lentur kolom harus memenuhi  
 $\Sigma M_{nkolom} \geq 1.2 \Sigma M_{nbalok}$



Gambar 2. 1 Gaya geser desain balok



Gambar 2. 2 Gaya geser desain kolom

- Pasal 21.5.4.2 Tulangan transversal sepanjang panjang harus diasumsikan menahan geser dengan asumsi  $v_c = 0$
- Pasal 21.6.4.1 Tulangan transversal harus dipasang sepanjang  $l_o$  dari setiap muka join. Panjang  $l_o$  tidak boleh kurang dari yang terbesar dari:
  - Tinggi komponen struktur pada muka join atau pada penampang dimana pelelehan lentur terjadi
  - $1/6 l_n$
  - 450 mm
- Pasal 21.6.4.3 Spasi tulangan transversal sepanjang  $l_o$  tidak boleh melebihi yang terkecil dari
  - $1/4$  dimensi komponen struktur minimum
  - 6 d tulangan longitudinal terkecil
  - $S_0$  ( $100 \text{ mm} < s_0 < 150 \text{ mm}$ )

## 2.6. Sistem Ganda

Tipe sistem struktur ini memiliki 3 ciri dasar, yaitu:

1. Rangka ruang yang biasanya berupa SRPM berfungsi untuk memikul beban gravitasi
2. Pemikul beban lateral ditanggung oleh dinding struktural
3. SRPM sanggup memikul sedikitnya 25% dari beban dasar geser nominal ( $V$ )

## 2.7. Dinding Geser

Dinding geser adalah jenis struktur dinding yang berbentuk beton bertulang yang biasanya dirancang untuk menahan geser gaya lateral akibat gempa bumi. Dengan adanya dinding geser yang kaku pada bangunan, sebagian besar beban gempa akan terserap oleh dinding geser tersebut. Berdasarkan letak dan fungsinya, shear wall / dinding geser dapat diklasifikasikan dalam 3 jenis yaitu:

1. Bearing walls adalah dinding geser yang juga mendukung sebagian besar beban gravitasi. Tembok-tembok ini juga menggunakan dinding partisi antar apartemen yang berdekatan.
2. Frame walls adalah dinding geser yang menahan beban lateral, dimana beban gravitasi berasal dari frame beton bertulang. Tembok-tembok ini dibangun diantara baris kolom.
3. Core walls adalah dinding geser yang terletak di dalam wilayah inti pusat dalam gedung, yang biasanya diisi tangga atau poros lift. Dinding yang terletak di kawasan inti pusat memiliki fungsi ganda dan dianggap menjadi pilihan ekonomis.

## 2.8. Batasan Sistem Struktur dan Batasan Tinggi Struktur Menurut SNI 1726 2012 terdapat batasan sistem struktur dan tinggi struktur sesuai dalam SNI 1726 2012 tabel 9

Tabel 2. 1 Batasan Sistem Struktur (tabel 9 SNI-1726-2012)

Sistem Penahan Gaya Gempa	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur				
	Kategori Desain Seismik				
	B	C	D	E	F
A. Sistem Dinding Penumpu					
1. Dinding geser beton bertulang khusus	TB	TB	48	48	30
2. Dinding geser beton bertulang biasa	TB	TB	TI	TI	TI
B. Sistem rangka pemikul momen					
3. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	TB	TB	TB	TB	TB
4. Rangka beton bertulang pemikul momen Menengah	TB	TB	TI	TI	TI
C. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan					
1. Dinding geser beton bertulang khusus	TB	TB	TB	TB	TB
2. Dinding geser beton bertulang biasa	TB	TB	TI	TI	TI

TB = Tidak dibatasi dan TI = Tidak Dijinkan



## 2.9. Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi

Pembahasan metode pelaksanaan pekerjaan pondasi meliputi:

### 2.9.1 Pembahasan pekerjaan pondasi:

- Penggalian Tanah  
Penggalian untuk pekerjaan pondasi karena letak poer dan sloof berada di bawah muka tanah

Alat berat yang dibutuhkan :

1. Backhoe
2. Dump Truck

- Pemancangan Pondasi

Pelaksanaan pemancangan pondasi direncanakan menggunakan Hydraulic Static Pile Driver agar tidak mengganggu kegiatan perkuliahan yang sedang berlangsung.

Alat berat dan bahan yang dibutuhkan:

Alat berat:

3. Mesin Hydraulic Static Pile Driver
4. Service Crane

Bahan yang dibutuhkan

- Tiang Pancang

Urutan pekerjaan

1. Pengambilan tiang pancang dari stock yard menggunakan service crane
2. Meletakkan tiang pancang ke alat Hydraulic Pile Driver
3. Pemancangan satu tiang
4. Pengambilan tiang pancang selanjutnya menggunakan service crane
5. Meletakkan tiang pancang ke alat Hydraulic Pile Driver
6. Menyambung tiang pancang pertama dan kedua menggunakan las

7. Proses pemancangan untuk tiang ke dua dalam satu titik
8. Proses pemancangan tiang selanjutnya seperti urutan pekerjaan nomor 1-7
9. Untuk pemancangan berbeda titik, maka alat maka harus berpindah ke titik selanjutnya, kemudian melanjutkan pemancangan sesuai urutan pekerjaan nomor 1-8

- Pekerjaan poer dan sloof

Alat berat dan bahan yang dibutuhkan:

Alat berat:

1. Truk *ready mix*
2. Truk *Concrete Pump*

Bahan yang dibutuhkan

- Beton *ready mix*

Urutan pekerjaan

1. Pemasangan bekisting poer dan sloof
2. Pemasangan tulangan untuk poer dan sloof
3. Pengecoran poer dan sloof

## 2.9.2 Rencana Anggaran Biaya

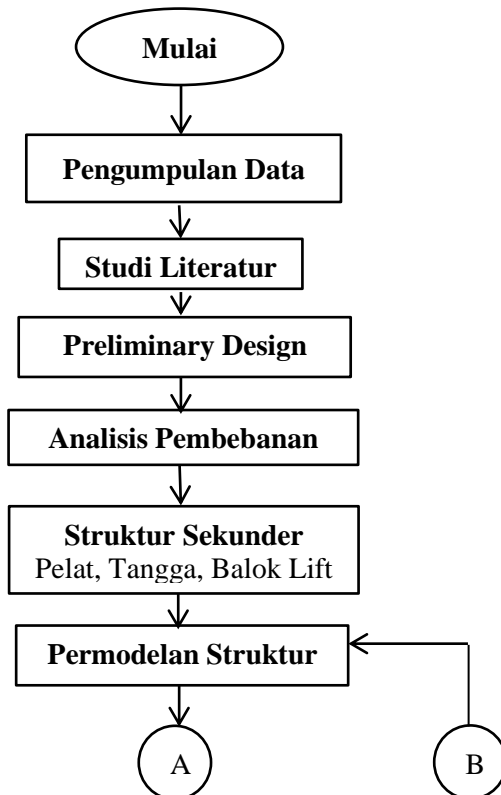
Perencanaan anggaran biaya menggunakan Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK).

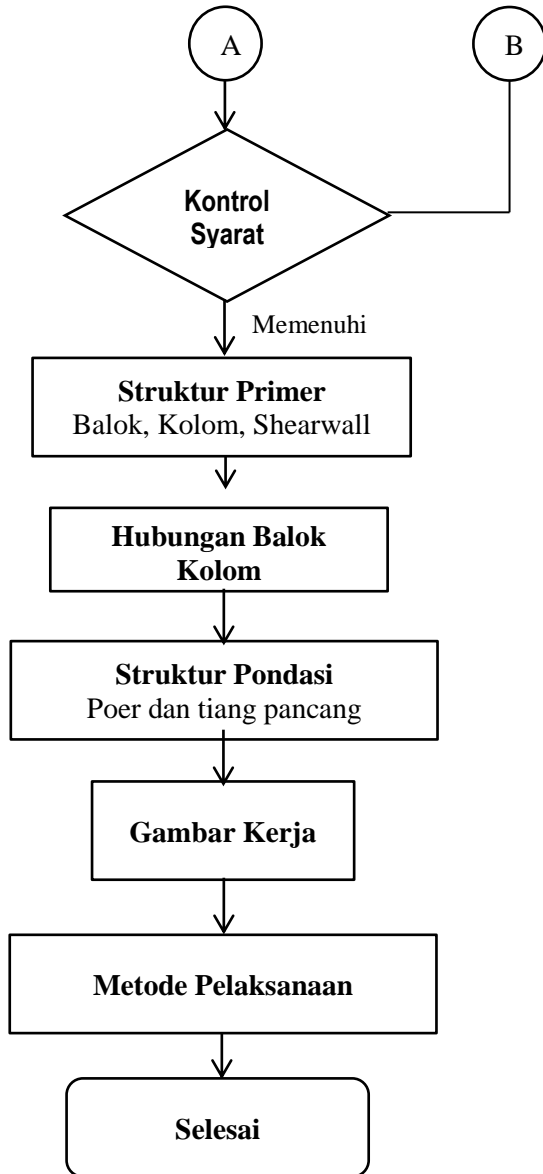
## BAB III METODOLOGI

### 3.1. Umum

Metodologi ini menguraikan data proyek pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang dan urutan pelaksanaan penyelesaian tugas akhir. Mulai dari pengumpulan data, study literatur, preliminary design, perhitungan struktur sekunder, Analisis pembebanan, Analisa struktur, perhitungan struktur primer, hubungan balok kolom, perhitungan struktur pondasi, lalu output berupa gambar kerja sampai dengan kesimpulan akhir

### 3.2. Diagram Alir





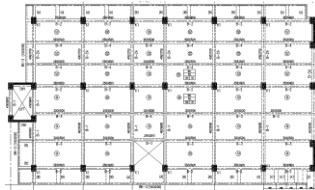
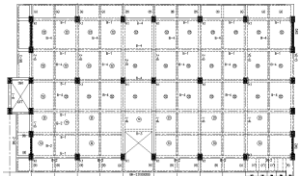
### 3.3. Pengumpulan Data

Data bangunan yang akan digunakan dalam desain Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang:

Nama Proyek : Pembangunan Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang

Perubahan untuk tugas akhir:

Tabel 3. 1 Perubahan Data Awal dan untuk Tugas Akhir

Kondisi Asli	Modifikasi Tugas Akhir
<p>1. Jumlah lantai 7</p> <p>2. Tinggi bangunan Bangunan= 31.8 meter</p> <p>3. Atap = 42.4 meter</p> <p>4. Denah Balok dan Shearwall</p> 	<p>1. Jumlah lantai 8</p> <p>2. Tinggi bangunan</p> <p>3. Bangunan = 34.5 meter</p> <p>3. Atap = 39.1 meter</p> <p>4. Denah Balok dan shearwall</p> 

Alamat Proyek : Jl. MT. Haryono 193 Malang  
 Pemilik Proyek : Universitas Islam Malang  
 Kontraktor : PT. Karya Sepakat Kita

### 3.4. Studi Literatur

SNI 2847-2013

Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung

SNI 1727-2013	Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur lain
SNI 1726-2012	Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung
PBBI 1971	Peraturan Beton Bertulang Indonesia
PPIUG 1983	Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung

### 3.5. Analisis Pembebanan

#### 3.5.1 Beban Mati

Menurut SNI 1727 2013 pasal 3.1, beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, finishing, klading gedung, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan layan terpasang lain.

Dalam penentuan beban mati, terbagi menjadi dua, yaitu:

##### a) Berat bahan dan konstruksi

Dalam menentukan beban mati untuk perancangan, harus digunakan berat bahan dan konstruksi yang sebenarnya, dengan ketentuan bahwa jika tidak ada informasi yang jelas, nilai yang harus digunakan adalah nilai yang disetujui oleh pihak yang berwenang.

##### b) Berat peralatan layan tetap

Dalam menentukan beban mati rencana, harus diperhitungkan berat peralatan layan yang digunakan dalam bangunan gedung, seperti plambing, mekanikal elektrik, dan alat pemanas, ventilasi, dan sistem pengondisian udara

### 3.5.2 Beban Hidup

Menurut SNI 1727 2013 pasal 4, beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung. Termasuk barang dalam bangunan yang tidak permanen.

### 3.5.3 Beban Angin

Menurut SNI 1727 2013, beban angin desain untuk bangunan dan struktur lain, harus dirancang dan dilaksanakan untuk menahan beban angin seperti yang ditetapkan pada pasal 26-31

### 3.5.4 Beban Gempa

Analisa beban gempa menggunakan analisa respons spektrum

- Gempa Rencana

Menurut SNI 1726 2012 pasal 4.1.1 Gempa rencana ditetapkan sebagai gempa dengan kemungkinan terlewat sebesar 2 persen (Gempa 2500 tahun)

Faktor keutamaan dan Kategori Resiko

Menurut SNI 1726 2012 pasal 4.1.2 untuk mencari faktor keutamaan menggunakan tabel dan penentuan kategori resiko berdasar tabel . Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang termasuk dalam kategori resiko IV dan faktor keutamaan ( $I_e$ ) = 1.5

Tabel 3. 2 Kategori Resiko Gempa

<b>Jenis Pemanfaatan</b>	<b>Kategori Resiko</b>
<p>Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</li> <li>- Rumah sakit dan fasilitas kesehatan lainnya yang memiliki fasilitas bedah dan unit gawat darurat</li> <li>- Fasilitas pemadam kebakaran, ambulans dan kantor polisi, serta garasi kendaraan darurat</li> <li>- Tempat perlindungan terhadap gempa bumi, angin badai, dan tempat perlindungan darurat lainnya</li> <li>- Fasilitas kesiapan darurat, komunikasi, pusat operasi dan fasilitas lainnya untuk tanggap darurat</li> <li>- Pusat pembangkit energi dan fasilitas publik lainnya yang dibutuhkan pada saat keadaan darurat</li> <li>- Struktur tambahan (termasuk menara telekomunikasi, tangki penyimpanan bahan bakar, menara pendingin, struktur stasiun listrik, tangki air pemadam kebakaran atau struktur rumah atau struktur pendukung air atau material atau peralatan pemadam kebakaran ) yang disyaratkan untuk beroperasi pada saat keadaan darurat</li> </ul>	<b>IV</b>



Tabel 3. 3 Faktor Keutamaan Gempa

Kategori Risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1
III	1,25
IV	1,5

- Klasifikasi Situs

Memberikan penjelasan mengenai prosedur untuk mengklasifikasi suatu situs untuk mendapatkan kriteria desain seismik berupa faktor-faktor amplifikasi pada bangunan. Dalam perhitungan desain seismik suatu situs, maka situs tersebut harus diklarisifikasikan terlebih dahulu. Berdasarkan SNI 1726 2012 pengklasifikasian situs menggunakan data tanah N-SPT dan menggunakan parameter-parameter berikut.

Tabel 3. 4 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	$\bar{v}_s$ (m/detik)	$\bar{N}$ atau $\bar{N}_{ch}$	$\bar{s}_u$ (kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A

SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (Tanah Sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (Tanah Lunak)	<175	<15	<50
	<p>Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math>,</li> <li>2. Kadar air, <math>w \geq 40\%</math>,</li> <li>3. Kuat geser niralir <math>\bar{s}_u &lt; 25</math> kPa</li> </ol>		

<p>SF (tanah khusus, yang membutuhkan investigasi geoteknik spesifik dan analisis respon spesifik – situs yang mengikuti 6.10.1)</p>	<p>Setiap profil lapisan tanah yang memiliki salah satu atau lebih dari karakteristik berikut:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rawan dan berpotensi gagal atau runtuh akibat beban gempa seperti mudah likuifaksi, lempung sangat sensitif, tanah tersementasi lemah</li> <li>- Lempung sangat organik dan/atau gambut (ketebalan <math>H &gt; 3</math> m)</li> <li>- Lempung berplastisitas sangat tinggi (ketebalan <math>H &gt; 7,5</math> m dengan Indeks Plastisitas <math>PI &gt; 75</math>)</li> <li>- Lapisan lempung lunak/setengah teguh dengan ketebalan <math>H &gt; 35</math>m dengan <math>\bar{s}_u &lt; 50</math> kPa</li> </ul>
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n ni}$$

Faktor Koefisien Situs dan parameter respon ( $F_a, F_v, S_{ms}, S_{d1}$ ) sesuai *SNI 1726-2012*.

$$S_{ms} = F_a \cdot S_s$$

$$S_{m1} = F_v \cdot S_1$$

Penentuan nilai  $F_a$  dan  $F_v$  berdasarkan tabel

Tabel 3. 5 Koefisien Situs  $F_a$

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, 5				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s=0,5$	$S_s=0,75$	$S_s=1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8

SB	1	1	1	1	1
SC	1,2	1,2	1,1	1	1
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	$S_s^b$				

Tabel 3. 6 Koefisien Situs Fv

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, $T=0,2$ detik, 5				
	$S1 \leq 0,25$	$S1=0,5$	$S1=0,75$	$S1=1,0$	$S1 \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1	1	1	1
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	$S_s^b$				

Untuk penentuan  $S_s$  dan  $S1$  Parameter berdasarkan peta gempa 2010 dengan menggunakan kemungkinan terlampaui 2% dalam 50 tahun.

Penentuan nilai  $S_s$  (Peta respon spektra percepatan 0.2 detik (SS) di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun)

Gambar 3. 1 Nilai untuk Kota Malang adalah  $S_s = 0.7$

Penentuan Nilai  $S_1$  (Peta respon spektra percepatan 1.0 detik ( $S_1$ ) di batuan dasar (SB) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 50 tahun)



Gambar 3. 2 Nilai untuk Kota Malang adalah  $S_1 = 0.25$

Percepatan Desain ( $S_{d1}$ ,  $S_{ds}$ ) sesuai *SNI 1726-2012 Pasal 6.3*.

$$S_{ds} = \frac{2}{3} S_{ms}$$

$$S_{d1} = \frac{2}{3} S_{m1}$$

- Kategori Desain Seismik (KDS)

Penentuan Kategori Desain Seismik menggunakan tabel berdasarkan SNI 1726 2012 pasal 6.5

Tabel 3. 7 Kategori Desain Seismik

Nilai $S_{ds}$	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{ds} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{ds} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{ds} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{ds}$	D	D

- Respon Spektrum Desain

Respon Spektrum Desain adalah grafik yang menunjukkan nilai dari respon struktur dengan periode tertentu. Menurut SNI 1726 2012, kurva respons desain harus dikembangkan

dengan mengacu pada gambar dan mengikuti ketentuan dibawah ini:

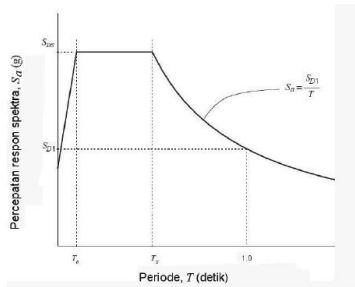
Untuk  $T < T_0$  , Spektrum respons percepatan desain ( $S_a$ ), harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_{ds} \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

Untuk  $T \geq T_0$  dan  $T \leq T_s$  , nilai  $S_a = S_{ds}$

Untuk  $T$  lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain ( $S_a$ ) diambil berdasarkan persamaan:

$$S_a = \frac{S_{d1}}{T}$$



Gambar 3. 3 Respon Spektrum Desain

$$T_0 = 0,2 \frac{S_{d1}}{S_{ds}}$$

$$T_s = \frac{S_{d1}}{S_{ds}}$$

### 3.5.1. Pembebanan Gempa Dinamis

- Arah Pembebanan

Untuk mensimulasikan arah pengaruh gempa rencana yang sembarang terhadap struktur gedung, pengaruh pembebanan gempa rencana dalam arah utama harus dianggap efektif 100% dan bersamaan dengan pengaruh pembebanan gempa yang arahnya tegak lurus dengan arah utama dengan efektifitas 30%.

Gempa Respons Spektrum X:

100% efektivitas untuk arah X dan 30% efektivitas arah Y

Gempa Respon Spektrum Y :

100% efektivitas untuk arah Y dan 30% efektifitas arah X

- Faktor Reduksi Gempa

Gedung ini direncanakan dengan sistem ganda rangka pemikul momen khusus dan dinding geser beton bertulang khusus. Berdasarkan tabel 9 SNI 03-1726-2012 didapatkan nilai faktor nilai koefisien modifikasi respon  $(R) = 7$

### 3.5.5 Kombinasi Beban

Menurut SNI 2847 2013 pasal 9.2.1, Kekuatan perlu  $U$  harus paling tidak sama dengan pengaruh beban terfaktor, yaitu:

$$U = 1,4D$$

$$U = 1,2D + 1,6L + 0.5 (Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (1 L \text{ atau } 0,5 W)$$

$$U = 1,2D + 1 W + 1 L + 0.5 (Lr \text{ atau } R)$$

$$U = 1,2D + 1 E + 1 L$$

$$U = 0,9D + 1 W$$

$$U = 0,9D + 1 E$$

Dimana:

D = Beban Mati

L = Beban Hidup

Lr = Beban Hidup Atap

R = Beban Hujan

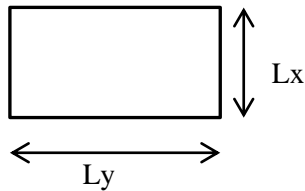
W = Beban Angin

E = Beban Gempa

## 3.6. Perencanaan Struktur Sekunder

### 3.6.1 Pelat

Terdapat dua tipe pelat menurut dimensi dari panjang dan lebarnya, yaitu pelat satu arah dan dua arah. Pelat satu arah adalah pelat yang mempunyai perbandingan sisi panjang ( $l_y$ ) dan sisi pendeknya ( $l_x$ ) mempunyai nilai  $>2$ . Untuk plat 2 arah mempunyai perbandingan sisi panjang dan sisi pendeknya  $<2$ .



Gambar 3. 4  $L_y$  dan  $L_x$  pelat

- Perencanaan Tebal Pelat

Menurut SNI 2847 pasal 9.5.1, Komponen struktur beton bertulang yang mengalami lentur harus direncanakan agar mempunyai kekakuan yang cukup untuk membatasi defleksi atau deformasi apapun yang dapat memperlemah kekuatan ataupun mengurangi kemampuan layan struktur pada beban kerja.

- Konstruksi Pelat satu arah

Pelat satu arah adalah komponen pelat yang memiliki nilai  $> 2$  untuk pembagian bentang panjang ( $l_y$ ) dengan bentang pendek ( $l_x$ )

Berdasarkan *SNI 2847-2013 Pasal 9.5.2.1*, Tebal minimum yang ditentukan dalam tabel berlaku untuk konstruksi satu arah yang tidak menumpu atau tidak disatukan partisi atau konstruksi lain yang mungkin akan rusak akibat lendutan yang besar, kecuali bila perhitungan lendutan menunjukkan bahwa ketebalan yang lebih kecil dapat digunakan tanpa menimbulkan pengaruh yang merugikan.

Tebal minimum balok non prategang atau pelat satu arah diatur menurut tabel sebagai berikut:



Tabel 3. 8 Tebal minimum balok jika lendutan tidak dihitung

Komponen Struktural	Tebal minimum, $h$			
	Dua Tumpuan Sederhana	Satu Ujung Menerus	Kedua ujung menerus	Kantilever
	Komponen struktur tidak menumpu atau tidak dihubungkan dengan partisi atau konstruksi lainnya yang mungkin rusak oleh lendutan besar			
Pelat masif satu arah	$l / 20$	$l / 24$	$l / 28$	$l / 10$
Balok atau pelat rusuk satu arah	$l / 16$	$l / 18.5$	$l / 21$	$l / 8$
<p>Catatan:</p> <p>Panjang bentang dalam mm</p> <p>Nilai yang diberikan harus digunakan langsung untuk komponen struktur dengan beton normal dan tulangan mutu 420 Mpa. Untuk kondisi lain, nilai diatas harus dimodifikasi sebagai berikut.</p> <p>a) Untuk struktur beton ringan dengan berat jenis (<i>equilibrium density</i>), <math>W_c</math> , diantara 1440 sampai 1840 <math>Kg/m^3</math> , nilai tadi</p> <p>b) Untuk <math>f_y</math> selain 420 Mpa, nilainya harus dikalikan dengan <math>(0.4 + F_y/700)</math></p>				

- Konstruksi Pelat Dua Arah

Pelat dua arah adalah komponen pelat yang mempunyai nilai  $< 2$  untuk pembagian bentang panjang ( $l_y$ ) dengan bentang pendek ( $l_x$ ).

Menurut SNI 2847 2013 pasal 9.5.3.3 untuk pelat dengan balok yang membentang diantara tumpuan pada semua sisi,

tebal minimumnya,  $h$ , harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

- a) Untuk  $\alpha_{fm} \leq 0.2$  menggunakan pasal 9.5.3.2
- b) Untuk  $0.2 < \alpha_{fm} < 2$  ketebalan minimum pelat harus memenuhi

$$h = \frac{L_n \left( 0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta (\alpha_{fm} - 0.2)}$$

dan tidak boleh kurang dari 125 mm

- c) untuk  $\alpha_{fm} > 2$ , ketebalan pelat minimum tidak boleh kurang dari:

$$h = \frac{L_n \left( 0.8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$$

- d) Pada tepi yang tidak menerus, balok tepi harus mempunyai rasio kekakuan  $\alpha_f$  tidak kurang dari 0.8 atau sebagai alternatif ketebalan minimum yang ditentukan persamaan b) atau c) harus dinaikkan paling tidak 10% pada panel dengan tepi yang tidak menerus

Dimana :

$l_n$  = Panjang bentang bersih pada arah memanjang dari konstruksi dua arah, yang diukur dari muka kemuka tumpuan pada pelat tanpa balok

$f_y$  = Tegangan leleh baja

$\beta$  = Rasio bentang bersih dalam arah memanjang terhadap arah memendek dari pelat

$\alpha_{fm}$  = Nilai rata – rata dari  $\alpha$  untuk sebuah balok pada tepi dari semua panel

$\alpha$  = Rasio kekakuan lentur penampang balok terhadap kekakuan lentur dari pelat dengan lebar yang dibatasi secara lateral oleh garis panel yang bersebelahan pada tiap sisi balok.

Perhitungan  $\alpha_{fm}$  :

$$\alpha = \frac{E_{balok} I_{balok}}{E_{plat} I_{plat}} \quad I_{balok} = \frac{1}{12} \times K \times b \times h^3$$

$$\beta = \frac{L_n}{S_n} \quad I_{plat} = Ly \times \frac{hf^3}{12}$$

$$K = \frac{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) x \left(\frac{hf}{hw}\right) x \left[ 4 - 6 \left(\frac{hf}{hw}\right) + 4 \left(\frac{hf}{hw}\right)^2 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) x \left(\frac{hf}{hw}\right)^3 \right]}{1 + \left(\frac{be}{bw} - 1\right) x \left(\frac{hf}{hw}\right)}$$

Perumusan untuk mencari lebar flens pada balok :

Balok Tengah:

Nilai  $be$  :

$$be = bw + 2(hw - hf)$$

$$be = bw + 8 hf$$

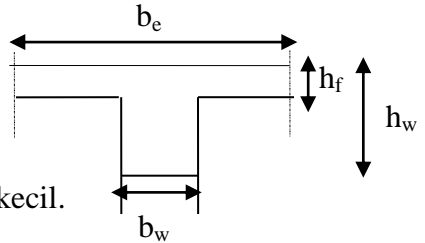
Nilai  $be$  dipilih nilai paling kecil.

Analisa Gaya Dalam Pelat

Perhitungan momen tumpuan dan lapangan pada pelat yang terjadi menggunakan tabel 13.3.2 terjepit elastis Peraturan Beton Indonesia 1971

Perhitungan Penulangan Pelat

1.  $M_n = M_u / 0.9$
2.  $R_n = M_n / bd^2$   
 $d = hf - \text{decking} - \frac{1}{2} \varnothing_{tul. utama}$
3.  $m = \frac{fy}{0.85 \times fc'}$
4.  $\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{fy}} \right)$
5.  $\rho_{min} = \frac{1.4}{fy}$  dan  $0.25 \times (fc')^{0.5} / fy$ , diambil terbesar
6.  $\rho_{balance} = \frac{0.85 \times \beta_1 \times fc'}{fy} \left( \frac{600}{600 + fy} \right)$
7.  $\rho_{max} = 0.75 \rho_{balance}$
8.  $A_s \text{ Perlu} = \rho_{perlu} \times 1000 \times d$



- Kontrol Tulangan Pelat:
  1. Jika  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$  maka  $\rho_{\text{perlu}}$  dikalikan 1.3 (naik 30%)
  2. Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 13.3.2, jarak tulangan pelat tidak boleh melebihi 2 x tebal pelat
  3. Kontrol retak untuk pelat atap

### 3.6.2 Tangga

- Perencanaan Dimensi Tangga  
Merencanakan dimensi dari anak tangga dan bordes. Untuk syarat jarak panjang injakan dan tinggi tanjakan adalah:  
 $0.6 \leq 2(t + i) \leq 0.65$  meter  
Keterangan:  
t = panjang injakan, syarat  $\leq 25$  cm  
i = tinggi injakan, syarat  $25 \text{ cm} \leq i \leq 40 \text{ cm}$   
Pembebanan Tangga
- Beban Mati
  1. Berat sendiri
  2. Berat Spesi, railing, dan keramik
- Beban Hidup  
Berdasarkan SNI 1727 2013 beban hidup tangga adalah  $4,79 \text{ Kn/m}^2$
- Penulangan Struktur Tangga  
Penulangan struktur tangga dan bordes mengikuti prinsip penulangan pada struktur pelat

## 3.7. Preliminary Desain

### 3.7.1 Perencanaan Dimensi Balok

SNI 2837 2013 pasal 9.5.2.1 mengatur tentang ketebalan minimum untuk balok jika lendutan tidak dihitung, yang diberikan pada tabel 9.5 (a) SNI 2847 2013 untuk balok adalah  $L/16$

Untuk  $f_y$  selain 420 MPa, nilainya harus dikalikan dengan  $(0,4 + f_y/700)$

Syarat SRMK:

- Bentang bersih tidak boleh  $< 4$  tinggi efektif
- Lebar komponen balok  $\geq 0.3 h$  min dan  $\geq 250\text{mm}$
- Lebar balok  $\leq$  lebar kolom ditambah jarak  $\leq 0.75$  dimensi kolom

### 3.7.2 Perencanaan Dimensi Kolom

$$\frac{I_{kolom}}{L_{kolom}} > \frac{I_{balok}}{L_{balok}}$$

Keterangan:

I Kolom = Inersia kolom ( $1/12 b h^3$ )

L kolom = tinggi kolom

I balok = Inersia balok ( $1/12 b h^3$ )

L balok = panjang balok

Syarat untuk SRPMK lebar balok tidak boleh melebihi lebar komponen kolom

### 3.7.3 Perencanaan Dimensi Dinding Geser

Menurut SNI 2847 2013 pasal 14.5.3 mengatur tebal dinding selain dinding basemen dan dinding pondasi yaitu:

$$\text{Tebal Rencana Dinding} \geq \frac{H}{25} \quad H = \text{Tinggi total dinding}$$

$$\text{Tebal Rencana Dinding} \geq \frac{L}{25} \quad L = \text{Panjang total dinding}$$

## 3.8. Kontrol Dinamis

1. Kontrol Partisipasi Massa
2. Kontrol Periode Getar Struktur
3. Kontrol Nilai Akhir respons spektrum
4. Kontrol Batas Simpangan (drift)

### 3.8.1 Kontrol Partisipasi Massa

Menurut SNI 1726 2012 ps 7.9.1, perhitungan respon dinamik struktur harus menyertakan jumlah ragam yang cukup sehingga didapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah

### 3.8.2 Kontrol Periode Fundamental Struktur

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu bergoyang atau terlalu fleksibel, sehingga nilai waktu getar

alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi. Berdasarkan SNI 03-1726-2012, perioda fundamental struktur harus ditentukan dari:

$$T_a = C_t \times h_n^x$$

Keterangan:

$h_n$  = ketinggian struktur dari dasar sampai tingkat tertinggi struktur.

Koefisien  $C_t$  dan  $x$  ditentukan dari tabel

Tabel 3. 9 Koefisien  $C_t$  dan  $x$

Tipe Struktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100 persen gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0.0724 <sup>a</sup>	0.8
Rangka beton pemikul momen	0.0466 <sup>a</sup>	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731 <sup>a</sup>	0.75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0.0731 <sup>a</sup>	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488 <sup>a</sup>	0.75

Nilai waktu getar alami batas atas adalah

$$T = T_a \times C_u$$

Koefisien  $C_u$  ditentukan dari tabel

Tabel 3. 10 Koefisien  $C_u$

Parameter percepatan respons spektral desain pada 1 detik, SD1	Koefisien $C_u$
$\geq 0.4$	1.4
0.3	1.4

0.2	1.5
0.15	1.6
$\leq 0.1$	1.7

### 3.8.3 Kontrol Nilai Akhir Respons Spektrum

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respons statik. Rumus gaya geser statik adalah:

$$V = C_s \times W \text{ (SNI 03-1726-2012 Pasal 7.8.1)}$$

Dimana:

$$C_s = \frac{S_{DS}}{\left(\frac{R}{I}\right)} \text{ dan } C_s = \frac{0.5 S_1}{\left(\frac{R}{I}\right)} \text{ dipilih terbesar}$$

W = Berat total struktur

V dinamik > 85% V statik

Apabila belum memenuhi maka harus diperbesar menggunakan faktor skala

$$0.85 \times \frac{C_s \times W}{V \text{ dinamik}}$$

### 3.8.4 Kontrol Batas Simpangan

Pembatasan simpangan antar lantai bertujuan untuk mencegah kerusakan bagian bangunan non-struktur dan ketidaknyamanan dari penghuni. Berdasarkan SNI 1726 2012 pasal 7.9.3 untuk memenuhi syarat simpangan, digunakan rumus:

$$\Delta_i < \Delta_a$$

Keterangan:

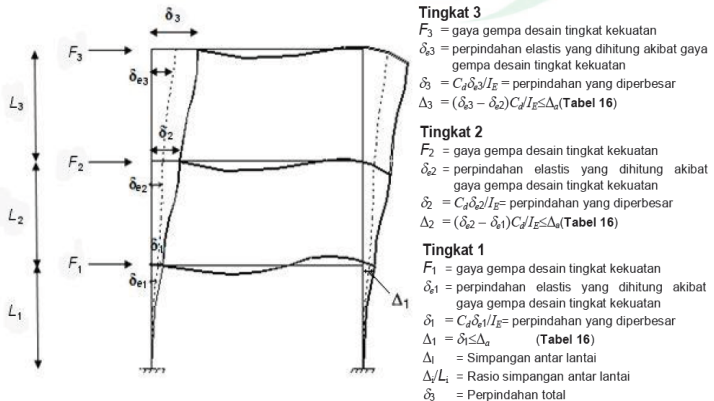
$\Delta_i$  = Simpangan yang terjadi

$\Delta_a$  = Simpangan ijin antar lantai, menurut SNI 1726 2012 batas simpangan antar lantai ditentukan menggunakan tabel berikut

Tabel 3. 11 Simpangan izin antar lantai

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Perhitungan  $\Delta_i$  mengikuti gambar dari SNI 1726 2012  
 $h_{sx}$  = tinggi tingkat di bawah tingkat x



Gambar 2. 3 Perhitungan simpangan izin antar lantai



### 3.9. Perencanaan Struktur Primer

#### 3.9.1 Balok

Syarat Perlindungan Beton

Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 7.7.1

Tabel 3. 12 Syarat Perlindungan Beton

Perlakuan Beton	Tebal Selimut Minimum (mm)
a) Beton yang dicor di atas dan selalu berhubungan dengan tanah	75
b) Beton yang berhubungan dengan tanah atau cuaca: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batang D-19 hingga D-57</li> <li>• Batang D-16, Kawat M-16 ulir atau polos, dan yang lebih kecil</li> </ul>	50 40
c) Beton yang tidak berhubungan dengan cuaca atau berhubungan dengan tanah: <p><u>Plat, dinding, balok usuk:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batang D-44 dan D-57</li> <li>• Batang D-36 dan yang lebih kecil</li> </ul> <p><u>Balok, Kolom:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tulangan utama, pengikat, sengkang, spiral</li> </ul> <p><u>Komponen struktur cangkang pelat lipat:</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Batang D-19 dan yang lebih besar</li> <li>• Batang D-16, kawat M-16 ulir atau polos dan yang lebih kecil</li> </ul>	40 20 40 20 13

#### 1. Perhitungan Momen dan Gaya Dalam pada Balok

Perhitungan momen dan gaya dalam menggunakan program bantu software SAP 2000

## 2. Perhitungan Tulangan

- Perhitungan Tulangan Lentur ( Tunggal)

1. Menentukan momen tumpuan dan lapangan pada balok yang diperoleh dari program bantu software SAP 2000

2. Merencanakan  $f_y$ ,  $f_c'$ ,  $d$

3. Menghitung kebutuhan tulangan pada balok

1.  $M_n = M_u / 0,9$

2.  $R_n = M_n / b d^2$

$$d = h_f - \text{decking} - \frac{1}{2} \varnothing_{\text{tul. utama}}$$

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

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

5.  $\rho_{\text{min}} = \frac{1,4}{f_y}$  dan  $0,25 \times (f_c^{0,5}) / f_y$ , diambil terbesar

6.  $\rho_{\text{balance}} = \frac{0,85 \times \beta \times f_c'}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$

7.  $\rho_{\text{max}} = 0,75 \rho_{\text{balance}}$

8.  $A_s \text{ Perlu} = \rho_{\text{perlu}} \times b \times d$

9. Bila  $\rho_{\text{perlu}} > \rho_{\text{max}}$ , dimensi balok diperbesar atau menggunakan tulangan rangkap

4. Menghitung kapasitas momen dari balok dengan tulangan yang telah dihitung

$$T = C$$

$$A_s \times f_y = 0,85 \times f_c' \times b \times a$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0,85 f_c' b}$$

$$M_n = T \times (d - 0,5 a)$$

$$M_u = \Phi M_n$$

$$\text{Syarat } \Phi M_n > M_u \text{ beban}$$

- Kontrol jarak antar tulangan  
Berdasarkan SNI 2847 2013 7.6.2 jarak antar tulangan tidak boleh < 25mm

$$s = \frac{bw - (2 \times \text{decking}) - (2 \times \phi_{\text{tul.sengakang)}) - (n \times D_{\text{tul.utama}})}{n - 1}$$

> 25mm

- Perhitungan Tulangan Geser

Kekuatan geser nominal dari beton bertulang ( $V_n$ ) adalah penjumlahan dari geser yang mampu dipikul oleh beton ( $V_c$ ) dan tulangan baja ( $V_s$ ). Dalam SNI 2847 2013 pasal 11.1.1 terdapat persamaan

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_n = V_c + V_s$$

Kuat Geser tertumpu oleh beton ( $V_c$ ) mengikuti perhitungan pada *SNI 03 2847-2013, Pasal 11.2.1.1*

$$V_c = 0,17 \lambda \lambda \sqrt{f_c'} \times bw \times d$$

Kuat Geser dari tulangan ( $V_s$ ) mengikuti perhitungan pada *SNI 03-2847-2013, Pasal 11.4.5.3*

$$V_{s\text{min}} = \frac{1}{3} bw d$$

$$V_{s\text{max}} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c'} bw d$$

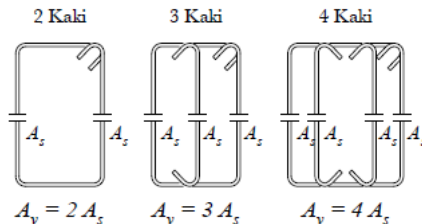
Penentuan  $V_u$  pada balok menggunakan rumus pada SNI 2847 2013

Syarat kondisi pada perhitungan geser adalah:

1. Kondisi 1 (tidak memerlukan tulangan geser)  
 $V_u \leq 0.5 \phi V_c$
2. Kondisi 2 (memerlukan tulangan geser minimum)  
 $0.5 \phi V_c \leq V_u \leq \phi V_c$

$$\text{Luas tulangan geser minimum} = A_v = \frac{bw \times s}{3 f_y}$$

- Syarat jarak tulangan geser =  $S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 60 \text{ cm}$
3. Kondisi 3 (perlu tulangan geser minimum)  
 $\phi V_c \leq V_u \leq (\phi V_c + \phi V_{s_{min}})$   
 Luas tulangan geser minimum =  $A_v = \frac{b_w \times s}{3 f_y}$   
 Syarat jarak tulangan geser =  $S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 60 \text{ cm}$
4. Kondisi 4 (Perlu tulangan geser)  
 $(\phi V_c + \phi V_{s_{min}}) \leq V_u \leq \phi \left( V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c'} b_w d \right)$   
 Beban geser yang harus dipikul oleh tulangan  $\phi V_s$   
 perlu =  $V_u - \phi V_c$   
 Luas tulangan geser minimum =  $A_v = \frac{V_s \times s}{f_y d}$   
 Syarat jarak tulangan geser =  $S_{max} \leq \frac{d}{2} \leq 60 \text{ cm}$
5. Kondisi 5 (Perlu tulangan geser)  
 Beban geser yang harus dipikul oleh tulangan  $\phi V_s$   
 perlu =  $V_u - \phi V_c$   
 Luas tulangan geser minimum =  $A_v = \frac{V_s \times s}{f_y d}$   
 Syarat jarak tulangan geser =  $S_{max} \leq \frac{d}{4} \leq 30 \text{ cm}$
6. Kondisi 6 (Perbesar Penampang)  
 $V_s > 2 V_{s_{max}}$



Gambar 3. 5  $A_v$  berdasar jumlah kaki

- Perhitungan Tulangan Torsi

Menurut *SNI 03-2847-2013, Pasal 11.5.1.a*. Pengaruh torsi boleh diabaikan bila momen torsi terfaktor **Tu** kurang dari:

Untuk komponen struktur non-prategang

$$T_u = \phi \times 0,083 \times \lambda \times \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$

Menurut *SNI 03-2847-2013, Pasal 11.5.3.1.a*. Dimensi penampang harus sebagai berikut

Untuk penampang solid

$$\sqrt{\left( \frac{Vu}{bw d} \right)^2 + \left( \frac{Tu Ph}{1.7 Aoh^2} \right)^2} \leq \phi \left( \frac{Vc}{bw d} + 0.66 \sqrt{fc'} \right)$$

Aoh= Luas daerah penampang yang dibatasi oleh garis pusat tulangan sengkang terluar

Ph= Keliling daerah penampang yang dibatasi oleh garis pusat tulangan sengkang terluar

Desain tulangan Torsi

Desain harus memenuhi (*SNI 03-2847-2013, Pasal 11.5.3.5*)

$$\phi T_n \geq T_u$$

Sedangkan tulangan sengkang yang dibutuhkan untuk menahan puntir (*SNI 03-2847-2013, Pasal 11.5.3.6*)

$$T_n = \frac{2 \times A_o \times A_t \times f_{yt}}{s} \cot \theta$$

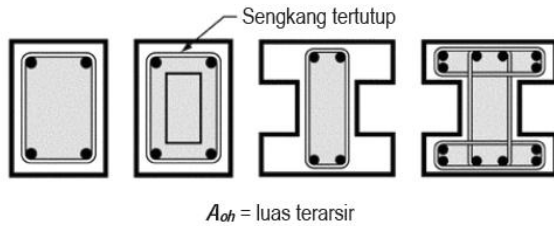
Dimana :

$T_u$  = Momen puntir terfaktor pada penampang

$T_n$  = Kuat momen puntir nominal

$A_{cp}$  = Luas yang dibatasi oleh keliling luar penampang

$P_{cp}$  = keliling luar penampang betonKolom



Gambar 3. 6 Ilustrasi dari Aoh

- Perhitungan Panjang Penyaluran Tulangan  
Penyaluran batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi tarik  
Menurut SNI 2847 2013 pasal 12.2.1 panjang penyaluran untuk batang tulangan ulir dan kawat dalam kondisi tarik,  $l_d$ , harus ditentukan dengan pasal 12.2.2 atau 12.2.3, tetapi  $l_d$  tidak boleh kurang dari 300mm

Tabel 3. 13 Panjang Penyaluran

	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
--	-----------------------------------------------------------	-------------------------------------------

<p>Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari <math>d_b</math>, selimut bersih tidak kurang dari <math>d_b</math>, dan sengkang atau pengikat sepanjang <math>l_d</math> tidak kurang dari minimum tata cara Atau spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari <math>2d_b</math> dan selimut bersih tidak kurang dari <math>d_b</math></p>	$\left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{2,1 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$	$\left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{1,7 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$
<p>Kasus-kasus lain</p>	$\left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{1,4 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$	$\left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{1,1 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$

Penyaluran batang tulangan ulir dan kawat ulir dalam kondisi tekan

Menurut SNI 2847 2013 pasal 12.3.2 untuk batang tulangan ulir,  $l_{dc}$  harus diambil sebesar yang terbesar dari

$$\left( \frac{0,24 f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \right) d_b \text{ dan } (0,043 f_y) d_b$$

Dengan  $\lambda$  seperti diberikan dalam 12.2.4.(d) yaitu menggunakan beton normal  $\lambda = 1$

$d_b$  = diameter tulangan

### 3.9.2 Kolom

- Perhitungan Gaya dalam Kolom

Mendapatkan Momen dan gaya aksial yang bekerja pada kolom dari program SAP 2000

- Menghitung Pengaruh Kelangsingan Kolom  
Menghitung nilai EI

$$EI = \frac{0.2 E_c I_g + E_s I_s}{1 + \beta d} \quad \text{atau} \quad EI = \frac{0.4 E_c I_g}{1 + \beta d}$$

Dipilih nilai yang terbesar

Keterangan:

$E_c$  = Modulus elastisitas beton =  $4700 \sqrt{f'c}$  MPa

$I_g$  = Inersia penampang kolom  $1/12 b h^3$

$E_s$  = modulus elastisitas baja = 200000 MPa

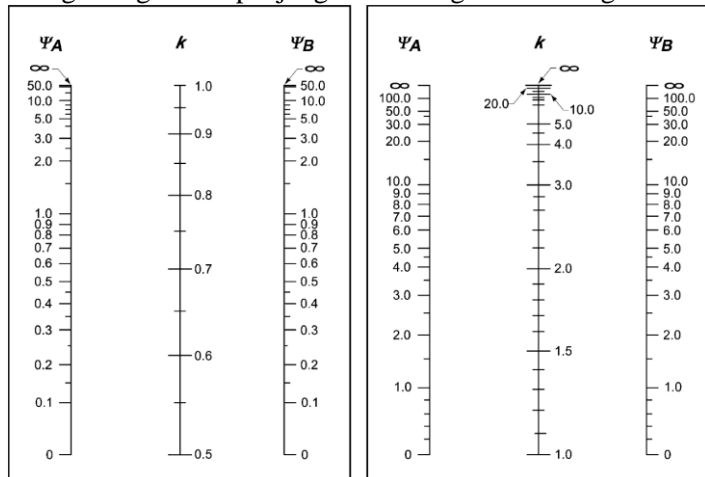
$I_{se}$  = Inersia tulangan terhadap pusat penampang

$\beta d$  = Rasio dari beban mati aksial terfaktor maksimum terhadap beban aksial terfaktor maksimum

Menghitung faktor kekangan ujung kolom atas dan bawah  $\psi_a$  dan  $\psi_b$  berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 10.10.7

$$\Psi = \frac{\sum \left( \frac{EI}{L} \right)_{Kolom}}{\sum \left( \frac{EI}{L} \right)_{Balok}}$$

Menghitung faktor panjang tekuk dengan bantuan grafik



a. Rangka tidak bergoyang

b.

Rangka bergoyang

Gambar 3. 7 Rangka bergoyang dan tidak bergoyang



- Kontrol Kelangsingan

Menurut SNI 2847 2013 pengaruh kelangsingan boleh diabaikan untuk komponen struktur tekan yang tidak di bresing terhadap goyangan menyamping jika,

$$\frac{k lu}{r} \leq 22$$

Keterangan :

$$r = \sqrt{I / A}$$

lu = Panjang kolom

K = faktor panjang tekuk

Menghitung Gaya Aksial Kritis

$$N_c = \frac{\pi^2 E I}{(k lu)^2}$$

Menghitung Faktor Pembesaran Momen  $\delta_s$

Menurut SNI 2847 2013 pasal 10.10.7.4  $\delta_s$  dapat dihitung sebagai

$$\delta_s = \frac{1}{1 - \frac{\Sigma P_u}{0.75 \Sigma P_c}} \geq 1$$

Menghitung Momen yang telah diperbesar

$$Mu' = \delta_s Mu$$

- Menghitung Penulangan Kolom

Perhitungan tulangan kolom menggunakan bantuan diagram interaksi gaya aksial dan momen

1. Menghitung

$$\frac{Nu}{bh} \quad \text{dan} \quad \frac{Mu'}{bh}$$

Keterangan;

Nu = Gaya aksial yang bekerja pada kolom

Mu = Momen yang telah diperbesar

2. Melihat  $\rho_{perlu}$  dari diagram interaksi
3. Menghitung kebutuhan tulangan

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

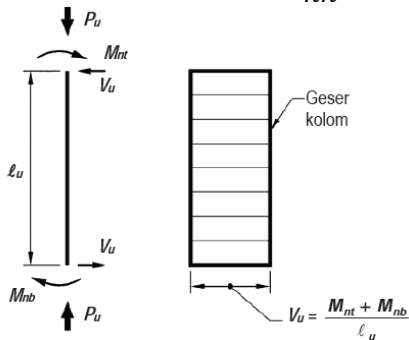
- Perhitungan Tulangan Geser

Kekuatan geser yang disediakan beton akibat gaya tekan aksial berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 11.2.1.2

$$V_c = 0.17 \left( 1 + \frac{N_u}{14 \times A_g} \right) \left( \lambda \times \sqrt{f_c'} \times b_w \times d \right)$$

Untuk nilai  $V_u$  pada kolom dapat diperoleh dari

$$V_u = \frac{M_{nt} + M_{nb}}{h_n}$$



Gambar 3. 8 Gaya geser pada kolom

Untuk pengecekan kondisi tulangan geser pada kolom mengikuti prinsip perhitungan penulangan geser balok

### 3.9.3 Dinding Geser

Persyaratan untuk dinding struktur khusus terdapat pada SNI 2847 2013 pasal 21.9

- Kontrol Dimensi Penampang Terhadap Gaya geser
  1. Kontrol dimensi dinding geser terhadap gaya geser, tidak boleh melebihi  $0.083 A_{cv} \sqrt{f_c'}$
  2. Rasio tulangan  $\rho_t$  dan  $\rho_l$  tidak boleh kurang dari 0.0025

- Perhitungan Tulangan Geser Shear Wall  
Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.9.2.2 sedikitnya dipasang dua lapis tulangan pada dinding apabila gaya geser terfaktor melebihi

$$0.17 A_{cv} \sqrt{f_c}$$

- Perhitungan Tulangan Geser Vertikal dan horizontal  
Menurut SNI 2847:2013 pasal 21.9.4.1, kuat geser dinding struktural dikatakan mencukupi apabila dipenuhi kondisi berikut :

$$V_u < \phi V_n$$

$$V_n = A_{cv} [\alpha_c f'_c + \rho_n f_y]$$

$\alpha_c$  bernilai 0.25 untuk  $h_w/l_w \leq 1.5$  dan bernilai 0.17 untuk  $h_w/l_w \geq 2.0$

$$\rho_n = \frac{A_v}{t x s}$$

- Kontrol Spasi Tulangan Vertikal dan Horizontal  
Menurut SNI 2847 2013 pasal 21.9.1 spasi tulangan vertikal maupun horizontal  $\leq 450$  mm  
Menurut SNI 2847 2013 pasal 11.9.9.3 Spasi tulangan horizontal:

$$S \leq L_w / 3$$

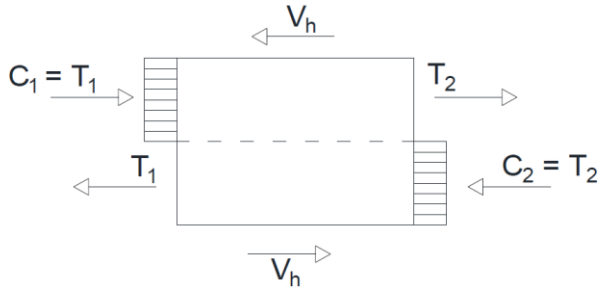
$$S \leq 3 h$$

- Kontrol Komponen Batas  
Menurut SNI 2847 2013 pasal 21.9.6.3 Komponen batas diperlukan apabila kombinasi momen dan gaya aksial terfaktor yang bekerja pada shear wall lebih dari  $0.2 f_c'$

$$\frac{M_u}{w} + \frac{P_u}{A_c} > 0.2 f_c'$$

### 3.10. Hubungan Balok Kolom

Besarnya gaya geser pada hubungan balok kolom



Gambar 3. 9 Gaya pada hubungan balok kolom

$$V_n = T_1 + T_2 - V_h$$

$$T = 1.25 A_s f_y$$

$$V_h = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_{kolom}}$$

Menurut SNI 2847 2013 untuk beton normal,  $V_n$  joint tidak boleh diambil lebih besar dari nilai:

1. Joint terkekang balok-balok semua empat muka =  $1.7 \sqrt{f_c} A_j$
2. Joint terkekang oleh balok-balok tiga muka atau dua muka berlawanan =  $1.2 \sqrt{f_c} A_j$
3. Untuk kasus lain =  $1.0 \sqrt{f_c} A_j$

Jika kekuatan geser beton tidak mencukupi, maka perlu ditambah dengan tulangan sengkang.

### 3.11. Struktur Pondasi

Perencanaan struktur pondasi dalam gedung ini adalah menggunakan pondasi tiang pancang. Data tanah yang digunakan adalah data tanah N-SPT. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam merencanakan pondasi adalah sebagai berikut.

### 3.11.1 Daya Dukung Tanah

$$1. Q_u = Q_p + Q_s \\ = 40 \cdot N \cdot A_p + (N_{av} \cdot A_s) / 5$$

Dimana :

$Q_u$  = daya dukung ultimate (ton)

$Q_p$  = daya dukung ujung tiang

$Q_s$  = daya dukung selimut tiang

$N$  = nilai SPT pada ujung tiang

$N_{av}$  = rata-rata nilai SPT sepanjang tiang

$A_p$  = luas permukaan ujung tiang ( $m^2$ )

$A_s$  = luas selimut tiang ( $m^2$ )

### 2. Kekuatan Izin

$$Q_{ijin} = \frac{Q_u}{SF}$$

### 3.11.2 Tiang Pancang

1. Perhitungan jarak antar tiang pancang :

$$2,5 D \leq S \leq 3D$$

2. Perhitungan jarak tiang pancang ke tepi poer:

$$1,5 D \leq S_1 \leq 2D$$

3. Efisiensi ( $\eta$ ) converse labarre

$$\eta = 1 - \theta \frac{(n-1)m + (m-1)n}{90mn}$$

Keterangan:

$\theta = \text{arc tg}$  ,

$D$  = Diameter tiang pancang,

$S$  = Jarak antar tiang pancang.

4.  $P_{\text{group tiang}} = (\eta) \times P_{\text{ijin}}$

5. Gaya yang satu tiang pancang

$$P = \frac{\sum P}{n} + \frac{M_y X_{max}}{\sum x^2} \pm \frac{M_x Y_{max}}{\sum y^2}$$

## 6. Kontrol Tiang Pancang

$$P_{\max} \leq P_{\text{ijin}}$$

$$P_{\min} \leq P_{\text{ijin}}$$

$$P_{\max} \leq P_{\text{group tiang}}$$

## 3.11.3 Poer

## 1. Penulangan Lentur Poer

## 2. Merencanakan ketinggian Poer (h)

## 3. Menentukan momen yang terjadi

$$Mu = (P \cdot x) - (1/2 \cdot x \cdot ql^2)$$

## 4. Memperhitungkan tulangan lentur poer seperti penulangan plat

## 5. Perhitungan Geser pons

Nilai kekuatan geser beton harus diambil nilai terkecil dari:

$$1. V_c = 0,17 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \lambda \sqrt{f'c'} \text{ bo d}$$

$$2. V_c = 0,083 \left(2 + \frac{a_s \cdot d}{b_o}\right) \lambda \sqrt{f'c'} \text{ bo d}$$

$$3. V_c = 0,33 \lambda \sqrt{f'c'} \text{ bo d}$$

dimana :

$\beta$  = rasio antara sisi panjang dengan sisi pendek dari kolom atau dinding

$\alpha_s$  = 40 untuk kolom dalam

= 30 untuk kolom tepi

= 20 untuk kolom sudut

$b_o$  = keliling pada penampang kritis

Cek kondisi perencanaan geser menurut *SNI 03-2847-2013, Pasal 11.1.1*

$\phi \cdot V_c > V_u$

jika tidak memenuhi syarat maka harus perbesar penampang

### 3.12. Gambar Kerja

1. Gambar Arsitektur
  - a. Gambar denah
  - b. Gambar tampak
2. Gambar Potongan
  - a. Potongan memanjang
  - b. Potongan melintang
3. Gambar Penulangan
  - a. Gambar penulangan plat
  - b. Gambar penulangan tangga
  - c. Gambar penulangan balok
  - d. Gambar penulangan kolom
  - e. Gambar penulangan dinding geser
  - f. Gambar penulangan sloof
  - g. Gambar penulangan poer dan pondasi
4. Gambar Struktur
  - a. Gambar balok
  - b. Gambar kolom
  - c. Gambar dinding geser
  - d. Gambar sloof dan pondasi

“Halaman ini sengaja dikosongkan”



## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

### 4.1. Perencanaan Dimensi Struktur

Langkah awal dalam perancangan struktur bangunan adalah menentukan dimensi-dimensi awal komponen struktur yang digunakan.

#### 4.1.1 Perencanaan Dimensi Balok

Contoh perhitungan dimensi balok:

Data-data Perencanaan:

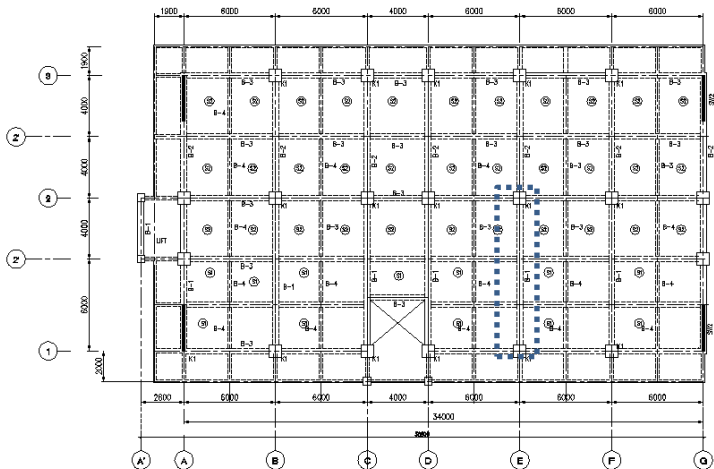
Tipe : Balok B1

Bentang Balok ( $L_{\text{balok}}$ ) : 10 meter

Kuat leleh tulangan lentur ( $f_y$ ) : 400 MPa

Mutu beton : 30 Mpa

Denah Balok :



**Gambar 4. 1 Denah Balok**

Perhitungan dimensi:

$$h = 1/14 L_{\text{balok}} \times \left( 0,4 \times \frac{f_y}{700} \right)$$

$$h = 1/14 \times 100 \times 0.97 = 69,39 \text{ cm} \approx 74 \text{ cm}$$

$$b = \frac{1}{2} \times h$$

$$b = \frac{1}{2} \times 74 = 37 \text{ cm} \approx 40 \text{ cm}$$

#### Perhitungan Dimensi Awal Balok

Tipe Balok	L (m)	koefisien SNI	0.4 + fy/700	H	H pakai	B	B pakai
B1	10	1/14	0.97	69,39	74	37	40
B2	8	1/14	0.97	55,51	70	35	35
B3	6	1/14	0.97	41,63	60	30	30
B4	4	1/21	0.97	18,50	50	20	25
Balok Kantilever	2	1/8	0.97	24,29	50	20	25

#### 4.1.2 Perencanaan Tebal pelat

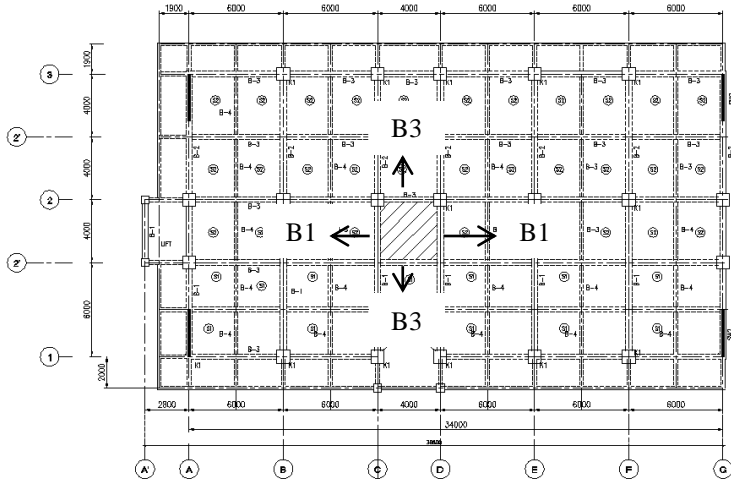
Data Perencanaan Pelat

$$P = 400 \text{ cm}$$

$$L = 400 \text{ cm}$$

$$B1 = 40 \times 74 \text{ cm}$$

$$B3 = 30 \times 60 \text{ cm}$$



**Gambar 4. 2 Denah Pelat Lantai**

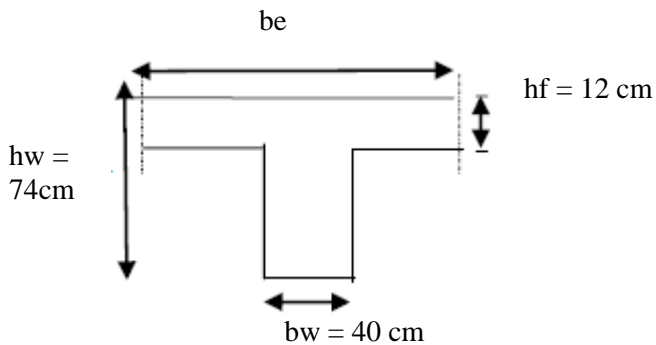
Perhitungan Tebal Pelat

$$L_n = 400 - 40 = 360 \text{ cm}$$

$$S_n = 400 - 30 = 370 \text{ cm}$$

$$\beta = L_n/S_n = 0.93 < 2 \text{ (Pelat 2 arah)}$$

Balok 1 = 40 x 74



$$be_1 = bw + 2(h - hf) = 161 \text{ cm}$$

$$be_2 = bw + 8 hf = 136 \text{ cm}$$

$$be \text{ diambil} = 136 \text{ cm}$$

$$k = \frac{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right) \times \left[4 - 6\left(\frac{h_f}{h}\right) + 4\left(\frac{h_f}{h}\right)^2 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)^3\right]}{1 + \left(\frac{b_e}{b_w} - 1\right) \times \left(\frac{h_f}{h}\right)}$$

$$K = 1.6$$

Momen inersia balok (I balok)

$$= K \frac{1}{12} b h^3 = 1.6 \times \frac{1}{12} \times 40 \times 74^3 = 2161490 \text{ cm}^4$$

Momen inersia Pelat (I Pelat)

$$= K \frac{1}{12} b h^3 = 1.6 \times \frac{1}{12} \times 400 \times 12^3 = 57600 \text{ cm}^4$$

$$\alpha = I \text{ balok} / I \text{ pelat} = 31,53$$

dengan perhitungan seperti di atas maka untuk balok B3

$$60/30 \text{ didapat } \alpha = 16,64$$

$$\alpha m = (\alpha_1 + \alpha_2) / 2 = (31,53 + 16,64) / 2 = 27,085 > 2$$

Maka perhitungan tebal minimum pelat menggunakan rumus

$$h = \frac{L_n \left(0.8 + \frac{f_y}{1400}\right)}{36 + 9\beta} = \frac{3908,571}{44.756} = 87.329 \text{ mm}$$

maka tebal pelat diambil = 120 mm

$$\text{Pelat lantai 1-8} = 12 \text{ cm}$$

$$\text{Pelat atap} = 10 \text{ cm}$$

#### 4.1.3 Perencanaan Dimensi Kolom

Data Perencanaan:

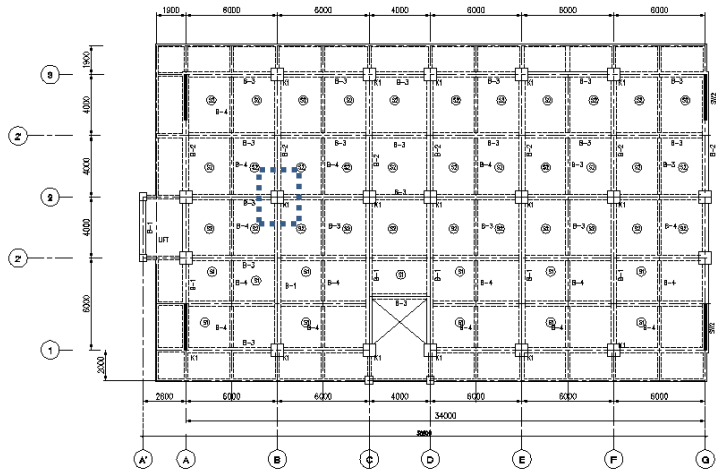
Tipe Kolom : K1

Tinggi Kolom : 4,5 meter

Bentang Balok : 10 meter

Tinggi Balok : 85 cm

Lebar Balok : 45 cm  
Denah Kolom :



**Gambar 4. 3 Denah Kolom**

Ketentuan Perencanaan

$$\frac{I \text{ kolom}}{L \text{ kolom}} > \frac{I \text{ balok}}{L \text{ balok}}$$

Keterangan:

I Kolom = Inersia kolom ( $1/12 b h^3$ )

L kolom = tinggi kolom

I balok = Inersia balok ( $1/12 b h^3$ )

L balok = panjang balok

Perhitungan Dimensi:

Dimensi Balok =

b= 40 cm

h= 74 cm

L= 1000 cm

$$\frac{I \text{ kolom}}{450 \text{ cm}} > \frac{1350747 \text{ cm}^4}{1000 \text{ cm}}$$

Direncanakan  $b = h = 83 \text{ cm}$

$$I = 2636719 \text{ cm}^4$$

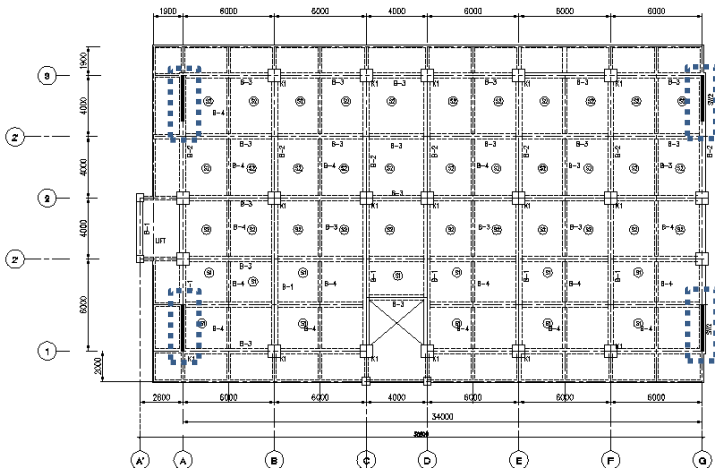
$$\frac{2636719}{450 \text{ cm}} > \frac{1350747 \text{ cm}^4}{1000 \text{ cm}} = 5859,375 > 1350,747$$

Dimensi kolom =  $b = h = 83 \text{ cm}$

Tabel 4. 1 Perhitungan Dimensi Awal Kolom

Type Balok	B	H
K1	83	83
K2	50	50
K3	40	40

#### 4.1.4 Perencanaan Tebal Dinding Geser



Gambar 4. 4 Denah Dinding Geser

Dimensi dinding geser:

Tinggi = 450 cm

Panjang = 200cm

Tebal :

H/25 = 18 cm

L/25 = 8 cm

Tebal dinding geser diambil = 20 cm

## 4.2. Pembebanan

### 4.2.1 Beban Mati

Berat beton bertulang : 2400 Kg/m<sup>3</sup>

Berat Baja : 7850 Kg/m<sup>3</sup>

Adukan spesi : 21 Kg/m<sup>3</sup>

Tegel : 24 Kg/m<sup>3</sup>

Plafond : 11 Kg/m<sup>3</sup>

Penggantung plafond : 7 Kg/m<sup>3</sup>

Beban Dinding

Bata ringan citicon : 600 Kg/m<sup>3</sup>

Plester : 11,1 Kg/m<sup>2</sup>/10 mm

Acian : 3 Kg/m<sup>2</sup>/2 mm

Thinbed : 4 Kg/m<sup>2</sup>/3mm

Total Beban Dinding = 122,56 Kg/m<sup>2</sup>

Tinggi Dinding

Lantai 1 = 4,5 x 122,56 = 552 Kg/m

Lantai 2-8 = 5 x 122,56 = 490 Kg/m

### 4.2.2 Beban Hidup

Atap : 96 Kg/m<sup>2</sup>

Gedung Perkuliahan : 192 Kg/m<sup>2</sup>

Koridor di atas lantai pertama : 383 Kg/m<sup>2</sup>

Ruang Pertemuan : 479 Kg/m<sup>2</sup>

Tangga : 300 Kg/m<sup>2</sup>

#### 4.2.3 Beban Angin minimum :

Perhitungan beban angin menggunakan peraturan SNI 1727 2013. Berikut tahap-tahap perhitungan beban angin pada struktur bangunan gedung:

1. Menentukan kategori resiko  
Kategori resiko gedung ini adalah kategori 4
2. Menentukan kecepatan angin dasar  
Data kecepatan angin dasar didapat dari data kecepatan angin BMKG,  $V = 13,6 \text{ m/s}$
3. Faktor arah angin  $K_d = 0,85$   
Faktor eksposur = B  
Faktor topografi  $K_{zt} = 1$   
Faktor efek tiupan  $G = 0,85$   
Klasifikasi ketertutupan : Bangunan Tertutup  
Koefisien tekanan internal  $G_{cpi} = \pm 0,18$
4. Menentukan koefisien tekanan velositas  
 $Z = 38,3 \text{ m}$     $\alpha = 7$   
 $Z_g = 365,76 \text{ m}$   
 $K_h = 1,05$   
 $K_z = 1,05$
5. Menentukan tekanan velositas  
 $q_z = 101,83 \text{ N/m}^2$   
 $q_h = 101,36 \text{ N/m}^2$   
Koefisien eksternal,  $C_p$  atau  $C_n$   
Bangunan  
 $L/b = 1,67$   
Atap  
 $h/L = 2,05$



## 6. Tekanan angin

Tabel 4. 2 Tekanan Angin

Arah Angin	Bangunan		Atap	
	Cp	P	Cp	P
Angin Datang	0,8	692 Kg/m <sup>2</sup>	-0,7	-6,03 Kg/m <sup>2</sup>
Angin Pergi	-0,5	-431 Kg/m <sup>2</sup>	-0,6	-5,17 Kg/m <sup>2</sup>
Angin Tepi	-0,7	-6,03 Kg/m <sup>2</sup>		

## 4.2.4 Beban Gempa

Analisa beban gempa pada gedung ini berdasarkan pada SNI 1728 2012 dengan lokasi gedung berada di Kota Malang, Jawa Timur. Perhitungan beban gempa menggunakan analisis respon spektrum:

1. Menetapkan kategori resiko gedung berdasarkan SNI 1726-2012 Tabel 1. Untuk gedung yang direncanakan pada tugas akhir ini kategori resiko adalah IV.

Tabel 4. 3 Kategori Resiko Berdasar SNI 1726 2012

Jenis Pemanfaatan	Kategori Resiko
Gedung dan non gedung yang ditunjukkan sebagai fasilitas yang penting, termasuk, tetapi tidak dibatasi untuk: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bangunan-bangunan monumental</li> <li>- <b>Gedung sekolah dan fasilitas pendidikan</b></li> </ul>	<b>IV</b>

2. Menentukan faktor keutamaan gempa

Tabel 4. 4 Faktor Keutamaan Gempa SNI 1726-2012

Kategori Risiko	Faktor keutamaan gempa, $I_e$
I atau II	1
III	1,25
IV	1,5

3. Menentukan parameter percepatan gempa  $t$  ( $S_s$  dan  $S_I$ ) berdasarkan Peta Gempa Hazard Indonesia untuk periode gempa rencana 2500 tahun (2% dalam 50 tahun).

Gambar 4. 5 Nilai untuk Kota Malang adalah  $S_s = 0.7$ Gambar 4. 6 Nilai untuk Kota Malang adalah  $S_I = 0.25$ 

#### 4. Penentuan Kelas Situs

Penentuan kelas situs berdasarkan data tanah Kota Malang.

Tabel 4. 5 Hasil Pengolahan data N-SPT Kota Malang

Lapisan ke i	Tebal lapisan(t)	N-SPT	t/N-SPT
1	13	16.8	0.77
2	6	32	0.19
3	7	32.3	0.22
4	3	42	0.07
5	1	43	0.02
Total	30	166.16667	1.27

Nilai tahanan penetrasi standar rata-rata pada lapisan tanah tebal 30 m adalah

$$\bar{N} = \frac{\sum \text{tebal lapisan tanah}}{t/N-SPT} = 23,6$$

5. Menentukan klasifikasi situs berdasar tabel SNI 1726 2012

$$\bar{N} = \frac{\sum_{i=1}^n di}{\sum_{i=1}^n \frac{di}{ni}}$$

Memenuhi kelas situs SD

$$\begin{aligned} \text{SD} &= 15 < \bar{N} < 50 \\ &= 15 < 23.6 < 50 \end{aligned}$$

6. Menentukan parameter percepatan gempa Fa dan Fv

$$S_s = 0.7$$

$$S_1 = 0.25$$

Kelas situs SD

Penentuan nilai Fa dan Fv melalui interpolasi tabel SNI 1726 2012

Tabel 4. 6 Koefisien Situs Fa

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik, 5				
	$S_s \leq 0,25$	$S_s=0,5$	$S_s=0,75$	$S_s=1,0$	$S_s \geq 1,25$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1	1	1	1
SC	1,2	1,2	1,1	1	1
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1
SE	2,5	1,7	1,2	0,9	0,9
SF	$S_s^b$				

## Koefisien Situs Fv

Kelas situs	Parameter respons spektral percepatan gempa (MCER) terpetakan pada perioda pendek, T=0,2 detik, 5				
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1=0,2$	$S_1=0,3$	$S_1=0,4$	$S_1 \geq 0,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	1	1	1	1	1
SC	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3
SD	2,4	2	1,8	1,6	1,5
SE	3,5	3,2	2,8	2,4	2,4
SF	$S_s^b$				

$$F_a = 1.24$$

$$F_v = 1.9$$

$$T_o = \frac{0.2 SD_1}{SD_s} = \frac{0.2 \times 0.3}{0.58} = 0.109$$

$$T_s = \frac{SD_1}{SD_s} = \frac{0.32}{0.58} = 0.55$$

7. Menghitung parameter percepatan desain spektral, dengan melakukan perhitungan untuk nilai  $S_{MS}$  dan  $S_{M1}$  sebagai berikut :

$$S_{ms} = F_a.S_s = 0.87$$

$$S_{m1} = F_v.S1 = 0.48$$

$$SD_s = \frac{2}{3} S_{ms} = 0.58$$

$$SD1 = \frac{2}{3} S_{m1} = 0.32$$

8. Menentukan kategori desain seismik berdasarkan Tabel Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode Pendek (SNI 1726-2012 Tabel 6) Tabel 4. 7 Nilai  $S_{DS}$  dan Kategori Resiko

Nilai $S_{DS}$	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{DS} < 0,167$	A	A
$0,167 \leq S_{DS} < 0,33$	B	C
$0,33 \leq S_{DS} < 0,50$	C	D
$0,50 \leq S_{DS}$	D	D

- Kategori Desain Seismik Berdasarkan Parameter Respons Percepatan Pada Periode 1 s (SNI 03-1726-2012 Tabel 7) Tabel 4. 8 Nilai  $S_{D1}$  dan Kategori Resiko

Nilai $S_{D1}$	Kategori Resiko	
	I atau II atau III	IV
$S_{D1} < 0,067$	A	A
$0,067 \leq S_{D1} < 0,133$	B	C
$0,133 \leq S_{D1} < 0,20$	C	D
$0,20 \leq S_{D1}$	D	D

Sehingga gedung ini termasuk Kategori Desain Seismik D dan sistem struktur yang dipakai adalah Sistem Ganda SRPMK dan Dinding Struktur Khusus.

Tabel 4. 9 Penentuan Sistem Struktur

Sistem Penahan Gaya Gempa	Batasan sistem struktur dan batasan tinggi struktur				
	Kategori Desain Seismik				
	B	C	D	E	F
A. Sistem Dinding Penumpu					
5. Dinding geser beton bertulang khusus	TB	TB	48	48	30
6. Dinding geser beton bertulang biasa	TB	TB	TI	TI	TI
B. Sistem rangka pemikul momen					
7. Rangka beton bertulang pemikul momen khusus	TB	TB	TB	TB	TB
8. Rangka beton bertulang pemikul momen Menengah	TB	TB	TI	TI	TI
C. Sistem ganda dengan rangka pemikul momen khusus yang mampu menahan paling sedikit 25 persen gaya gempa yang ditetapkan					
1. Dinding geser beton bertulang khusus	TB	TB	TB	TB	TB
2. Dinding geser beton bertulang biasa	TB	TB	TI	TI	TI

9. Menentukan koefisien modifikasi respon (R) sebesar 8, faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) sebesar  $5\frac{1}{2}$  untuk SRPMK. Koefisien modifikasi respon (R) sebesar 7, faktor pembesaran defleksi ( $C_d$ ) sebesar 5,5 untuk dinding geser berdasarkan SNI 1726-2012 Tabel 9.
10. Pemilihan prosedur analisis struktur menggunakan analisis respon spektrum.

Penentuan Respon Spektrum 2500 tahun

Respon Spektrum Desain adalah grafik yang menunjukkan nilai dari respon struktur dengan periode tertentu. Menurut SNI 1726 2012, kurva respons desain harus dikembangkan dengan mengacu pada gambar dan mengikuti ketentuan dibawah ini:

Untuk  $T < T_0$  , Spektrum respons percepatan desain ( $S_a$ ), harus diambil dari persamaan:

$$S_a = S_d s \left( 0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0} \right)$$

Untuk  $T \geq T_0$  dan  $T \leq T_s$  , nilai  $S_a = S_D s$

Untuk T lebih besar dari  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain ( $S_a$ ) diambil berdasarkan persamaan:

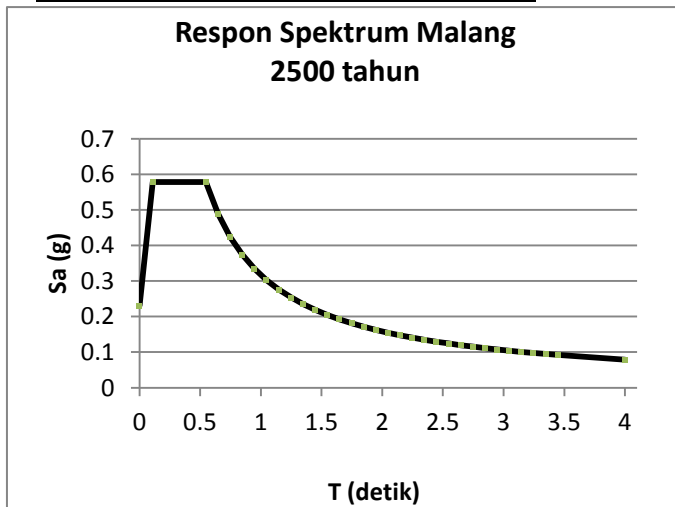
$$S_a = \frac{S_d 1}{T}$$

Tabel 4. 10 Respon Spektrum Malang

<b>T (detik)</b>	<b>T (detik)</b>	<b>Sa (g)</b>
0	0	0.231
T0	0.11	0.58
Ts	0.55	0.58
Ts+0.1	0.65	0.49
Ts+0.2	0.75	0.42
Ts+0.3	0.85	0.37
Ts+0.4	0.95	0.33
Ts+0.5	1.05	0.30
Ts+0.6	1.15	0.28
Ts+0.7	1.25	0.25
Ts+0.8	1.35	0.24
Ts+0.9	1.45	0.22
Ts+1.0	1.55	0.20
Ts+1.1	1.65	0.19
Ts+1.2	1.75	0.18
Ts+1.3	1.85	0.17
Ts+1.4	1.95	0.16
Ts+1.5	2.05	0.15
Ts+1.6	2.15	0.15
Ts+1.7	2.25	0.14
Ts+1.8	2.35	0.13
Ts+1.9	2.45	0.13
Ts+2.0	2.55	0.12
Ts+2.1	2.65	0.12
Ts+2.2	2.75	0.12
Ts+2.3	2.85	0.11



Ts+2.4	2.95	0.11
Ts+2.5	3.05	0.10
Ts+2.6	3.15	0.10
Ts+2.7	3.25	0.10
Ts+2.8	3.35	0.09
Ts+2.9	3.45	0.09
4	4	0.08



Gambar 4. 7 Respon Spektrum Malang

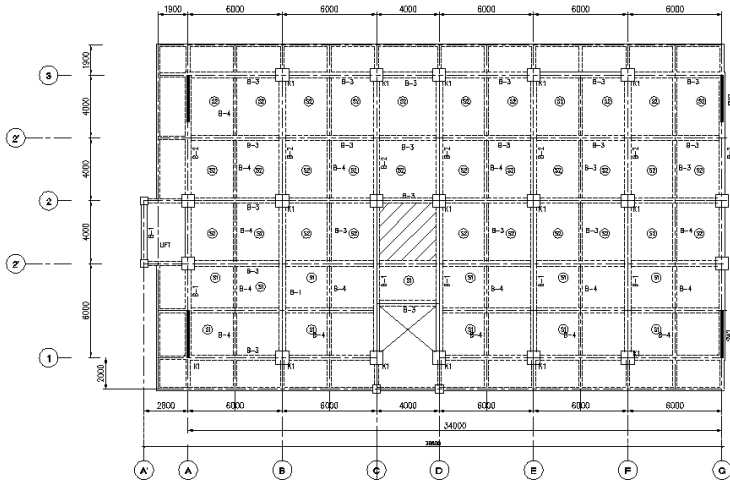
### 4.3. Perencanaan Struktur Sekunder

#### 4.3.1 Perencanaan Pelat

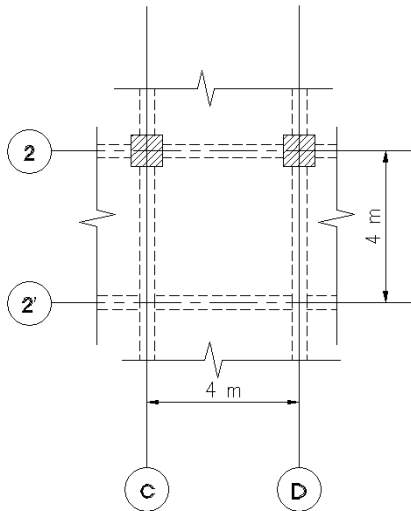
Perencanaan pelat bertujuan untuk mengetahui momen lentur yang bekerja pada pelat dan menentukan tulangan yang dipasang di dalam pelat tersebut. Perencanaan tulangan pelat menggunakan tabel momen PBI 1971

Data perencanaan pelat:

- Mutu Beton : 30 MPa
- Mutu Baja : 400 MPa
- Tebal Pelat atap : 10 cm
- Tebal Pelat lantai : 12 cm
- Diameter tulangan rencana : 10 mm
- Cover : 20 mm



Gambar 4. 8 Denah Pelat Lantai



Gambar 4. 9 Pelat Contoh Perhitungan

### Pembebanan Pelat

#### Pelat Atap

##### Beban Mati

Pelat =  $0.1 \text{ m} \times 2400 = 240 \text{ Kg/m}^2$

Plafond + penggantung =  $18 \text{ Kg/m}^2$

Mekanikal elektrik =  $40 \text{ Kg/m}^2$

Plumbing =  $25 \text{ Kg/m}^2$

Aspal =  $2 \text{ cm} \times 14 = 28 \text{ Kg/m}^2$

$q_d = 351 \text{ Kg/m}^2$

##### Beban Hidup

Atap  $q_l = 96 \text{ Kg/m}^2$

$Q_u = 1.2 q_d + 1.6 q_l = 574.8 \text{ Kg/m}^2$

#### Pelat Lantai

Pelat =  $0.12 \times 2400 = 288 \text{ Kg/m}^2$

Plafond + penggantung	= 18 Kg/m <sup>2</sup>
Mekanikal elektrik	= 40 Kg/m <sup>2</sup>
Plumbing	= 25 Kg/m <sup>2</sup>
Spesi 2 cm	= 42 Kg/m <sup>2</sup>
Keramik 1 cm	= 24 Kg/m <sup>2</sup>
	qd = 437 Kg/m <sup>2</sup>

Beban Hidup

Ruang Perkuliahan	ql = 192 Kg/m <sup>2</sup>
Koridor	ql = 383 Kg/m <sup>2</sup>
Ruang Seminar	ql = 479 Kg/m <sup>2</sup>

$$Q_u = 1.2 q_d + 1.6 q_l$$

Ruang perkuliahan	qu = 831.6 Kg/m <sup>2</sup>
Koridor	qu = 1137.2 Kg/m <sup>2</sup>
Ruang Seminar	qu = 1290.8 Kg/m <sup>2</sup>

Perencanaan Tulangan Pelat Lantai

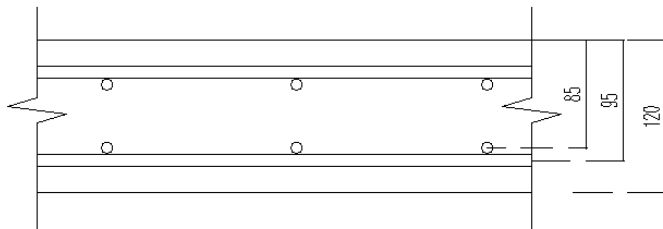
Contoh perhitungan tulangan pelat lantai menggunakan beban hidup ruang seminar pada lantai 8.

$$L_y = 400 \text{ cm}$$

$$L_x = 400 \text{ cm}$$

$$q_u = 1290.8 \text{ Kg/m}^2$$

Perhitungan tulangan pelat sebagai berikut:



Gambar 4. 10 Potongan Pelat Lantai

## 1. Perhitungan Momen Pada Pelat menggunakan PBI 1971

$$L_y/L_x = 1$$

$$M_{lx} = 0.001 \text{ qu } L_x^2 / 36 = 743.5008 \text{ Kgm}$$

$$M_{tx} = -0.001 \text{ qu } L_x^2 / 36 = 743.5008 \text{ Kgm}$$

$$M_{ly} = 0.001 \text{ qu } L_x^2 / 36 = 743.5008 \text{ Kgm}$$

$$M_{ty} = -0.001 \text{ qu } L_x^2 / 36 = 743.5008 \text{ Kgm}$$

## Perhitungan Tulangan arah x

$$1. M_x = 743.5008 \text{ Kgm}$$

$$d_x = 120 - 20 - 10/2 = 95 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$2. M_{nx} = M_x / 0.9 = 0.8261 \text{ Tm}$$

$$3. R_n \text{ x} = M_n / b d^2 = \frac{0.8261}{1000 \times 95^2} = 0,915$$

$$4. m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

$$5. \rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,7} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,7 \times 0,915}{400}} \right) = 0,0023$$

$$\rho_{\text{min}} = 1.4 / f_y = 1.4 / 400 = 0,0035$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}}$ , maka perlu ditambah 30%

$$\rho_{\text{perlu}} + 30\% = 130 / 100 \times 0.0023 = 0,00303$$

$\rho_{\text{perlu}}$  dipakai  $\rho_{\text{min}} = 0,0035$

$$6. A_s = \rho b d = 0.0035 \times 1000 \times 95 = 332,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan  $\varnothing 10 - 150 \text{ mm}$

$$A_s = 524 \text{ mm}^2$$

Kontrol jarak tulangan tidak boleh 2 x tebal pelat = 2

$$\times 120 = 240 \text{ mm}$$

## Perhitungan Tulangan arah y

$$1. M_x = 743.5008 \text{ Kgm}$$

$$d_x = 120 - 20 - 10 - 10/2 = 85 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

2.  $M_{nx} = M_x / 0,9 = 0,8261 \text{ Tm}$
3.  $R_n x = M_n / b d^2 = 1,143$
4.  $m = \frac{f_y}{0,85 \times f_{c'}'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$
5.  $\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$   
 $= \frac{1}{11,7} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,7 \times 1,143}{400}} \right) = 0,0029$   
 $\rho_{\text{min}} = 1,4 / f_y = 1,4 / 400 = 0,0035$   
 $\rho_{\text{perlu}} + 30\% = 130 / 100 \times 0,0029 = 0,0038$   
 $\rho_{\text{perlu}} \text{ dipakai} = 0,0038$
6.  $A_s = \rho b d = 0,0038 \times 1000 \times 85 = 323,28 \text{ mm}^2$   
 Dipakai Tulangan  $\varnothing 10 - 150 \text{ mm}$   
 $A_s = 524 \text{ mm}^2$   
 Kontrol jarak tulangan tidak boleh  $2 \times$  tebal pelat =  $2 \times 120 = 240 \text{ mm}$

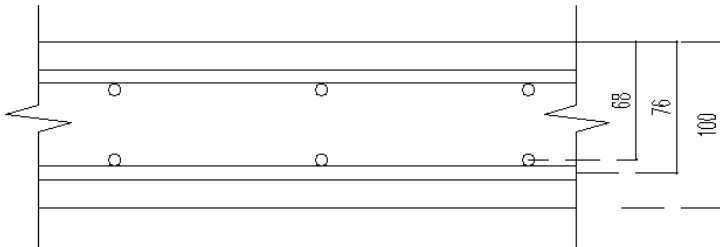
#### Perencanaan Tulangan Pelat Atap

$L_y = 400 \text{ cm}$

$L_x = 400 \text{ cm}$

$q_u = 574,8 \text{ Kg/m}^2$

Perhitungan tulangan pelat sebagai berikut:



Gambar 4. 11 Potongan Pelat Atap

Perhitungan Momen Pada Pelat menggunakan PBI 1971

$$L_y/L_x = 1$$

$$M_{lx} = 0.001 \text{ qu } L_x^2 \cdot 36 = 331,084 \text{ Kgm}$$

$$M_{tx} = -0.001 \text{ qu } L_x^2 \cdot 36 = 331,084 \text{ Kgm}$$

$$M_{ly} = 0.001 \text{ qu } L_x^2 \cdot 36 = 331,084 \text{ Kgm}$$

$$M_{ty} = -0.001 \text{ qu } L_x^2 \cdot 36 = 331,084 \text{ Kgm}$$

Perhitungan Tulangan arah x

$$1. M_x = 331,084 \text{ Kgm}$$

$$d_x = 100 - 20 - 8/2 = 76 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$2. M_{nx} = M_x / 0.9 = 0.367 \text{ Tm}$$

$$3. R_n x = M_n / b d^2 = \frac{0.8261}{1000 \times 76^2} = 0,636$$

$$4. m = \frac{f_y}{0,85 \times f_c'} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

$$5. \rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{11,7} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,7 \times 0,653}{400}} \right) = 0,0016$$

$$\rho_{min} = 1.4 / f_y = 1.4 / 400 = 0,0035$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min}$ , maka perlu ditambah 30%

$$\rho_{perlu} + 30\% = 130 / 100 \times 0,0023 = 0,002$$

$$\rho_{perlu} \text{ dipakai } \rho_{min} = 0,0035$$

$$6. A_s = \rho b d = 0,0035 \times 1000 \times 76 = 266 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan  $\varnothing 8 - 150 \text{ mm}$

$$A_s = 335 \text{ mm}^2$$

Kontrol jarak tulangan tidak boleh 2 x tebal pelat = 2 x 100 = 200 mm

Perhitungan Tulangan arah y

$$1. M_x = 331,084 \text{ Kgm}$$

$$d_x = 120 - 20 - 8 - 8/2 = 68 \text{ mm}$$

$$b = 1000 \text{ mm}$$

$$2. M_{nx} = M_x / 0,9 = 0,368 \text{ Tm}$$

3.  $Rn_x = Mn / bd^2 = 0,795$
4.  $m = \frac{fy}{0,85 \times fcr} = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$
5.  $\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m Rn}{fy}} \right)$   
 $= \frac{1}{11,7} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11,7 \times 0,795}{400}} \right) = 0,002$   
 $\rho_{min} = 1,4 / fy = 1,4 / 400 = 0,0035$   
 $\rho_{perlu} + 30\% = 130 / 100 \times 0,0029 = 0,00267$   
 $\rho_{perlu} \text{ dipakai} = 0,0035$
6.  $As = \rho b d = 0,0035 \times 1000 \times 68 = 238 \text{ mm}^2$   
 Dipakai Tulangan  $\varnothing 8 - 150 \text{ mm}$   
 $As = 335 \text{ mm}^2$   
 Kontrol jarak tulangan tidak boleh  $2 \times \text{tebal pelat} = 2 \times 100 = 200 \text{ mm}$

- Kontrol Retak

Besarnya lebar retak

$$W = 0,076 \beta fs \sqrt[3]{dc A}$$

W = perkiraan lebar retak seperseribu satuan inci

$\beta$  = perbandingan jarak dari serat tarik terluar beton ke sumbu netral dengan jarak dari titik berat tulangan tarik ke sumbu netral

dc = penutup tulangan terluar dari serat tarik terluar ke pusat tulangan terdekat

A = luas daerah tarik beton efektif di sekeliling tulangan utama (memiliki titik berat yang sama dengan tulangan) dibagi jumlah tulangan



Tabel 4. 11 Lebar retak Izin

Kondisi Lingkungan	Lebar retak izin
Udara Kering	0,016
Udara lembab, tanah	0,012
Larutan bahan kimia	0,007
Air laut dan percikan air laut	0,006
Struktur Penahan Air	0,004

Perhitungan lebar retak pelat atap

$$\beta = 1,2$$

$$dc = \text{cover} + \frac{1}{2} D = 20 + \frac{8}{2} = 24 \text{ mm} = 0,946 \text{ inc}$$

$$A = (20 + 20 + 8) \times 1000 / 7 = 7200 \text{ mm} = 1,557 \text{ inc}$$

$$f_s = 0,6 \times 400 = 240 \text{ Mpa} = 34,8 \text{ Ksi}$$

$$W = 0,076 \times 1,2 \times 34,8 \times \sqrt[3]{0,946 \times 1,557}$$

$$W = 1,557 \times 0,001 = 0,001 \text{ inc} < 0,012 \text{ inc (oke)}$$

Perhitungan lebar retak pelat lantai

$$\beta = 1,2$$

$$dc = \text{cover} + \frac{1}{2} D = 20 + \frac{10}{2} = 25 \text{ mm} = 0,986 \text{ inc}$$

$$A = (20 + 20 + 10) \times 1000 / 7 = 7500 \text{ mm} = 1,446 \text{ inc}$$

$$f_s = 0,6 \times 400 = 240 \text{ Mpa} = 34,8 \text{ Ksi}$$

$$W = 0,076 \times 1,2 \times 34,8 \times \sqrt[3]{0,986 \times 1,446}$$

$$W = 1,507 \times 0,001 = 0,002 \text{ inc} < 0,016 \text{ inc (oke)}$$

Pelat Lantai Ruang Perkuliahan

Dengan menggunakan cara yang sama dengan perhitungan tulangan pelat ruang seminar, maka didapat tulangan sebagai berikut

- Perhitungan tulangan tumpuan dan lapangan arah X digunakan tulangan  $\varnothing 10 - 150$

- Perhitungan tulangan tumpuan dan lapangan arah Y digunakan tulangan  $\varnothing 10 - 150$

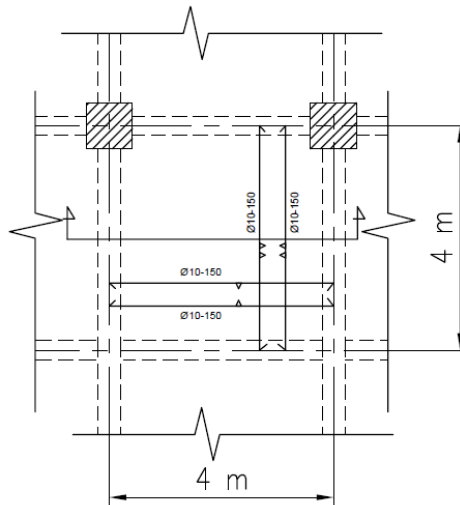
#### Pelat Lantai Koridor

Dengan menggunakan cara yang sama dengan perhitungan tulangan pelat ruang seminar, maka didapat tulangan sebagai berikut

- Perhitungan tulangan tumpuan dan lapangan arah X digunakan tulangan  $\varnothing 10 - 150$
- Perhitungan tulangan tumpuan dan lapangan arah Y digunakan tulangan  $\varnothing 10 - 150$

Tabel 4. 12 Hasil Perhitungan Tulangan Pelat

Tipe Pelat	Tulangan
Pelat Lantai R. Seminar	$\varnothing 10 - 150$ mm
Pelat Lantai Koridor	$\varnothing 10 - 150$ mm
Pelat Lantai R. Kuliah	$\varnothing 10 - 150$ mm
Pelat Atap	$\varnothing 10 - 150$ mm



Gambar 4. 12 Contoh Penulangan Lentur Pada Pelat

#### 4.3.2 Perencanaan Struktur Tangga

Fc	= 30 MPa
Fy	= 400 MPa
Lebar injakan	= 30 cm
Tanjakan	= 16.7 cm
Tebal Pelat Tangga	= 15 cm
Lebar Tangga	= 200 cm
Tinggi antar Lantai	= 4 m dan 4.5 m
Tinggi Bordes	= 2 m dan 2.5 m
Panjang Tangga	= 3.6 m
Panjang Bordes	= 1.8 m

##### Syarat Perencanaan Tangga

- $60 \leq (2 \times \text{Tanjakan} + \text{injakan}) \leq 65$   
 $60 \leq 63.4 \leq 65$
- $25^\circ \leq \alpha \leq 40^\circ$   
 $25^\circ \leq 29^\circ \leq 40^\circ$

##### Pembebanan Pada Tangga

###### Beban Mati

$$\begin{aligned} \text{Pelat tangga tebal } = 15 \text{ cm} &= \frac{0.15 \times 2400}{\cos 29} = 412 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Spesi 2cm} &= 42 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Keramik 1cm} &= 24 \text{ Kg/m}^2 \\ \text{Anak Tangga} = \frac{1}{2} \times 0.3 \times 0.167 \times 2400 &= 0.006 \text{ Kg/m}^2 \end{aligned}$$

$$q_d = 478 \text{ Kg/m}^2$$

###### Beban Hidup

$$\text{Tangga} \quad q_l = 479 \text{ Kg/m}^2$$

$$P \text{ pegangan Tangan} = 89 \text{ Kg} / 0.6 \text{ m} = 148 \text{ Kg/m}$$

###### Beban Ultimate

$$\begin{aligned} Q_u &= 1.2 q_d + 1.6 q_l = 1.2 ((478 \times 1) + 148) + 1.6 (479 \times 1) \\ &= 1517.5 \text{ Kg/m} \end{aligned}$$

##### Pembebanan Pada Bordes

Beban Mati

$$\text{Pelat tangga tebal } = 15 \text{ cm} = 0.15 \times 2400 = 412 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Spesi } 2 \text{ cm} = 42 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Keramik } 1 \text{ cm} = 24 \text{ Kg/m}^2$$

$$q_d = 426 \text{ Kg/m}^2$$

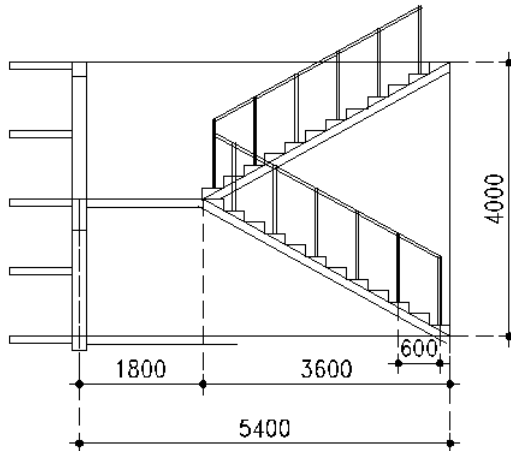
Beban Hidup

$$\text{Bordes} = q_l = 479 \text{ Kg/m}^2$$

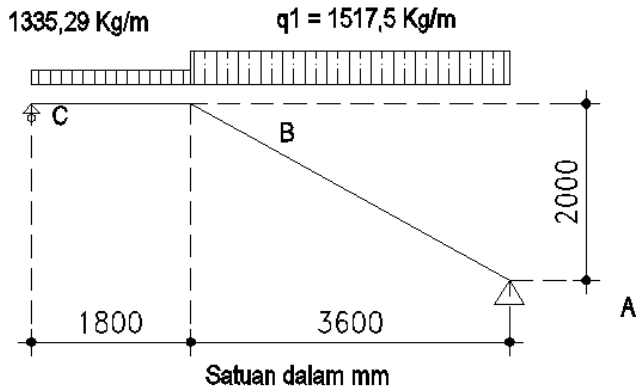
Beban Ultimate

$$Q_u = 1.2 q_d + 1.6 q_l = 1.2 (426 \times 1) + 1.6 (479 \times 1) = 1277.6 \text{ Kg/m}^2$$

- Perhitungan Momen Pada Tangga dan Bordes  
Tangga tipe 1 ( jarak antar lantai 4 m dan tinggi bordes 2 m)



Gambar 4. 13 Tangga Tipe 1



Gambar 4. 14 Mekanika Tangga Tipe 1

Didapat Mu dari SAP = 5115,52 Kgm  
 Perhitungan tulangan tangga dan bordes  
 Direncanakan menggunakan tulangan D 16

1.  $M_n = 5115,52 \text{ Kgm}$   
 $d_x = 150 - 20 - 16/2 = 122 \text{ mm}$   
 $b = 1000 \text{ mm}$
2.  $M_{nx} = M_x / 0.9 = 5.115/0.9 = 5.68 \text{ Tm}$
3.  $R_n x = M_n / b d^2 = 3,81$
4.  $m = \frac{f_y}{0,85 \times f_{c'}} = \frac{400}{0,85 \times 40} = 15,68$
5.  $\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$   
 $= \frac{1}{11.7} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 11.7 \times 3,95}{400}} \right) = 0.0103$   
 $\rho_{min} = 1.4 / f_y = 1.4 / 400 = 0.0035$
6.  $A_s = \rho b d = 0.0103 \times 1000 \times 122$   
 $= 1268.1 \text{ mm}^2$

Dipakai Tulangan D 16 – 150 mm

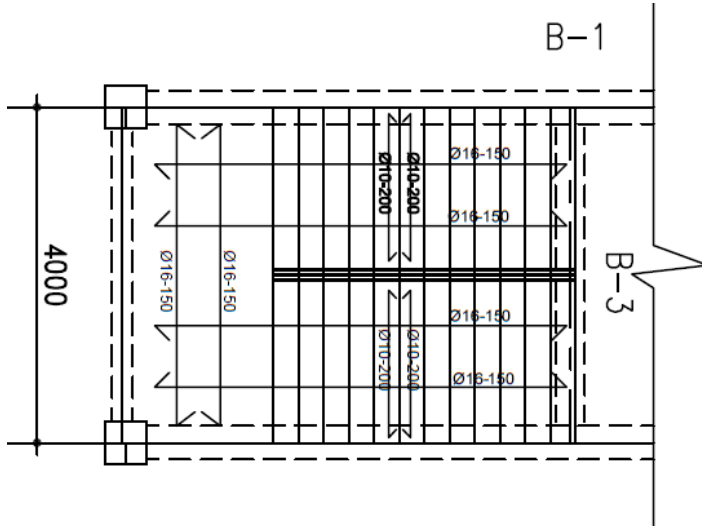
$$A_s = 1341 \text{ mm}^2$$

Tulangan Susut

$$= 0,0018 \times 1000 \times 122 = 219,6 \text{ mm}^2$$

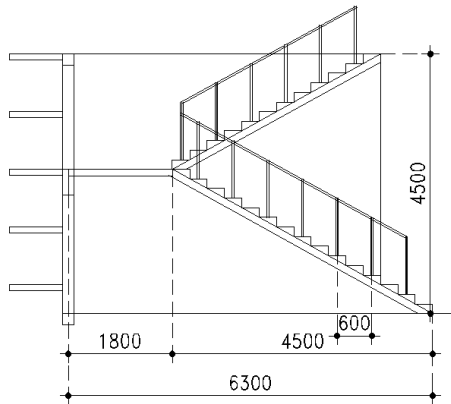
Dipakai tulangan  $\Phi 10 - 200$ ,  $A_s = 393 \text{ mm}^2$

Kontrol jarak tulangan tidak boleh  $2 \times$  tebal pelat =  $2 \times 150 = 300 \text{ mm}$

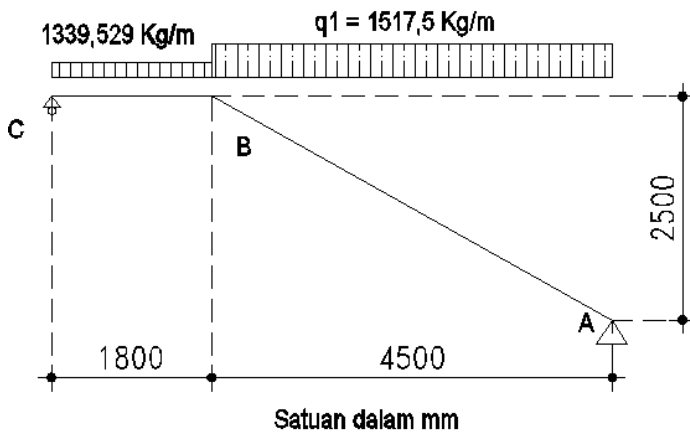


Gambar 4. 15 Penulangan Tangga 2

- Tangga Tipe 2 (Jarak antar lantai 4.5 m dan tinggi bordes 2.5 m)

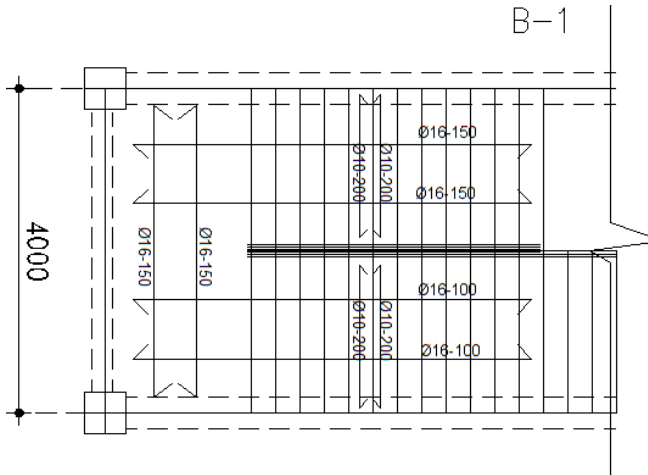


Gambar 4. 16 Tangga Tipe 2



Gambar 4. 17 Mekanika Tangga Tipe 2

Dengan menggunakan cara yang sama dengan perhitungan tangga tipe 1, maka didapat tulangan = D16-100mm. Tulangan Susut dipakai tulangan  $\Phi$  10 – 200



Gambar 4. 18 Gambar Penulangan Tangga 1

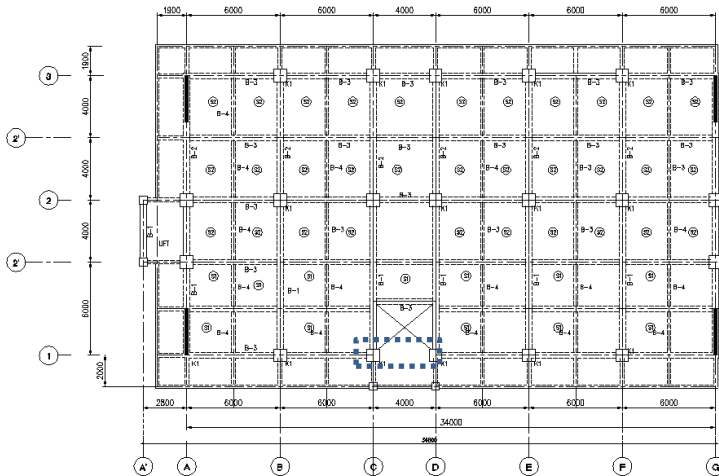
### Desain Balok Bordes

Data-data perencanaan struktur balok induk:

Balok Bordes

- Mutu beton,  $f'_c$  : 30 MPa
- Mutu baja tulangan,  $f_y$  : 400 MPa
- Dimensi balok : 600 x 300 mm
- Bentang balok ( $L$ ) : 4 m
- Rencana Tulangan : D16
- Cover : 40 mm





Gambar 4. 19 Denah Balok Bordes

Perhitungan tulangan longitudinal penahan lentur

Menentukan harga  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{(f_c - 28)}{7} \quad (\text{SNI 2847 : 2013 Pasal 10.2.7.3})$$

$$= 0.85 - 0.05 (30 - 28) / 7 = 0.849$$

Menentukan batasan nilai tulangan dengan menggunakan syarat rasio tulangan sebagai berikut:

Mencari  $\rho$  balance

$$\rho_b = \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0.85 \times 0.849 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0325$$

Mencari  $\rho$  maksimum

$$\rho_{\max} = 0.025 \quad (\text{SNI 2847:2013 pasal 21.5.2.1})$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b = 0.75 \times 0.0325 = 0.024$$

Mencari  $\rho$  minimum

$$\rho_{\min} = \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} = \frac{0.25 \sqrt{30}}{400} = 0.00342$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{400} = 0.0035$$

$$\text{Maka } \rho_{\min} = 0.0035$$

Menentukan harga  $m$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{400}{0.85 \times 30} = 15.69$$

Perhitungan Tulangan Tumpuan

Gaya dalam hasil dari SAP adalah  $M_u = 7314,53 \text{ Kgm}$

- $M_u = 7,314 \text{ Tm}$

$$d = 600 - 40 - 13 - 16/2 = 542 \text{ mm}$$

- $M_n = M_u / 0.9 = 8,127 \text{ Tm}$

- $R_n = M_n / b d^2 = \frac{8,127}{400 \times 542^2} = 0,92$

- $m = 15.69$

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

$$= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 0,92}{400}} \right) = 0.00235$$

$\rho_{\text{perlu}}$  menggunakan  $\rho_{\min} = 0,0035$

$$6. \quad A_s = \rho b d = 0.0035 \times 300 \times 542 = 569,1 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan:

$$3 \text{ D16 } A_s = 603,429 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{pakai} = 0.00371$$

$$\rho_{min} < \rho_{pakai} < \rho_{maksimum}$$

$$0.0035 < 0.00371 < 0.024 \text{ (oke)}$$

Cek momen nominal daerah tumpuan

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,849 f_c b} = \frac{763,714 \times 400}{0,849 \times 30 \times 300} = 31,6 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0.9 \times 603,429 \times 400 \times \left( 542 - \frac{31,6}{2} \right) = 11,43 \text{ Tm} \end{aligned}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$11,43 \text{ Tm} > 7,3145 \text{ Tm (oke)}$$

Cek Kondisi Penampang

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{31,6}{0,849} = 37,24 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{37,24}{542} = 0,069 < 0,375 \quad \text{sehingga penampang } \textit{tension} \textit{ controlled.}$$

Perhitungan Tulangan Lapangan

Gaya dalam hasil dari SAP adalah  $M_u = 8610,99 \text{ Kgm}$

$$1. \quad M_u = 8,612 \text{ Tm}$$

$$d = 542 \text{ mm}$$

$$2. \quad M_n = M_u / 0.9 = 9,567 \text{ Tm}$$

$$3. \quad R_n = M_n / b d^2 = \frac{9,567}{400 \times 542^2} = 1,09$$

$$4. \quad m = 15.69$$

$$\begin{aligned}
 5. \rho_{perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m Rn}{fy}} \right) \\
 &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 1,09}{400}} \right) = 0,002775
 \end{aligned}$$

$\rho_{perlu}$  menggunakan  $\rho_{min} = 0,0035$

$$6. A_s = \rho b d = 0,0035 \times 400 \times 541 = 569,1 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan:

$$3 \text{ D16 } A_s = 603,429 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{pakai} = 0,00371$$

$$\rho_{min} < \rho_{pakai} < \rho_{maksimum}$$

$$0,0035 < 0,00371 < 0,024 \text{ (oke)}$$

Cek momen nominal

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,849 f_c b} = \frac{763,714 \times 400}{0,849 \times 30 \times 300} = 31,6 \text{ mm}$$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0,9 \times 603,429 \times 400 \times \left( 541 - \frac{31,6}{2} \right) = 11,43 \text{ Tm}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$11,43 \text{ Tm} > 8,611 \text{ Tm (oke)}$$

Cek Kondisi Penampang

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{31,6}{0,849} = 37,24 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{37,24}{542} = 0,069 < 0,375 \text{ sehingga penampang } \textit{tension controlled}.$$

Tabel hasil perhitungan tulangan balok anak pada tumpuan

Daerah	Mu	Tulangan	$\Phi M_n$	kontrol
Tumpuan	7,314 Tm	3 D16	11,431Tm	Oke
Lapangan	8,612 Tm	3 D16	11,431Tm	Oke

Didapat dari SAP  $V_u = 90391,1 \text{ N}$

Menghitung kondisi untuk tulangan geser

$$V_u = 90391,1 \text{ N}$$

$$d \text{ balok} = 541 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 300 \times 541 = 148432,8 \text{ N}$$

$$\Phi V_c = 0,75 \times 148432,8 = 111324,6 \text{ N}$$

$$0,5 \Phi V_c = 0,5 \times 111324,6 = 55662,3 \text{ N}$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} b w d = \frac{1}{3} \times 300 \times 541 = 54200 \text{ N}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 541 = 593731,3 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + V_s \text{ min}) = 0,75 \times (148432,8 + 54200) \\ = 151974,6 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d) =$$

$$= 0,75 \times (148432,8 + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 541)$$

$$= 333973,8 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d)$$

$$= 0,75 \times (148432,8 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 541) = 556623 \text{ N}$$

$$0,5 \Phi V_c < V_1 < \Phi V_c$$

$$55662,3 \text{ N} < 90391,1 \text{ N} < 111324,6 \text{ N}$$

(kondisi 2)

$$S \text{ maks} < d/2 < 300 \text{ mm}$$

$$d/4 = 541 / 2 = 271 \text{ mm}$$

s pakai = 150 mm

$$A_v = \frac{b_w \times s}{3 f_y} = \frac{300 \times 150}{3 \times 400} = 62,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai  $\Phi 10 - 150 \text{ mm}$

$$A_s \Phi 10 = 78,54 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ kaki} = 157,08 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)}$$

Penulangan geser pada daerah wilayah 2

mulai dari jarak dua kali tinggi balok dari muka kolom sampai

$$0,5 \varphi V_c < V_1 < \varphi V_c$$

$$55662,3 \text{ N} < 8694,73 \text{ N} < 111324,6 \text{ N}$$

(kondisi 2)

$$S_{\text{maks}} < d/2 < 300 \text{ mm}$$

$$d/4 = 541 / 2 = 271 \text{ mm}$$

s pakai = 150 mm

$$A_v = \frac{b_w \times s}{3 f_y} = \frac{300 \times 150}{3 \times 400} = 62,5 \text{ mm}^2$$

Dipakai  $\Phi 10 - 150 \text{ mm}$

$$A_s \Phi 10 = 78,54 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ kaki} = 157,08 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)}$$

Tabel hasil perhitungan tulangan geser balok

Daerah	Vu	Av perlu	Tulangan	Av (2kaki)	kontrol
Wilayah 1	370856,1 N	62,5 mm <sup>2</sup>	Φ10 – 150 mm	157,08 mm <sup>2</sup>	Oke
Wilayah 2	298925,4 N	62,5 mm <sup>2</sup>	Φ13-150 mm	157,08 mm <sup>2</sup>	Oke

### Kontrol Retak Balok

Spasi tulangan yang berada paling dekat dengan permukaan tarik tidak boleh lebih.

$$S = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 \cdot C_c \quad \text{pasal 10.6(4)(10-4)}$$

$$f_s = 2/3 f_y = 2/3 \times 400 = 266,67 \text{ Mpa}$$

$$C_c = \text{cover} + \text{senggang} = 40 + 10 = 50 \text{ mm}$$

$$S = 380 \times \frac{280}{266,67} - 2,5 \times 50 = 274 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh lebih dari mm

$$S = 380 \times \frac{280}{f_s}$$

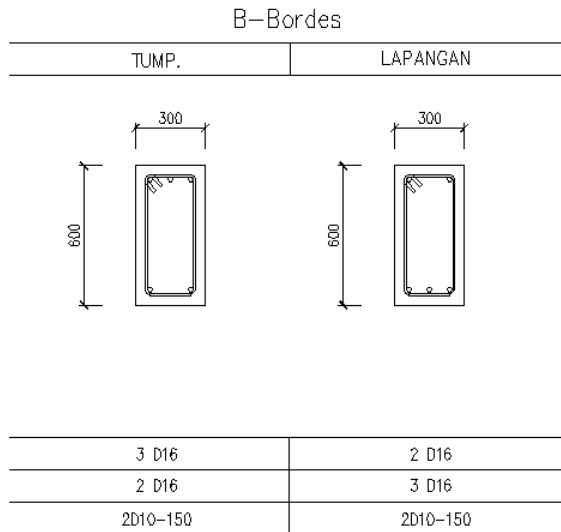
$$380 \times \frac{280}{266,67} = 399 \text{ mm}$$

Jarak antar tulangan lentur

$$s = \frac{b_w - (2 \times \text{selimut}) - (2 \times D_{\text{senggang}}) - (n D_{\text{ul.utama}})}{n - 1}$$

$$S = \frac{300 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 3 \times 16}{3 - 1} = 76 \text{ mm} > 25 \text{ mm}$$

Maka jarak antar tulang lentur memenuhi syarat keretakan balok



Gambar 4. 20 Penulangan Balok Bordes

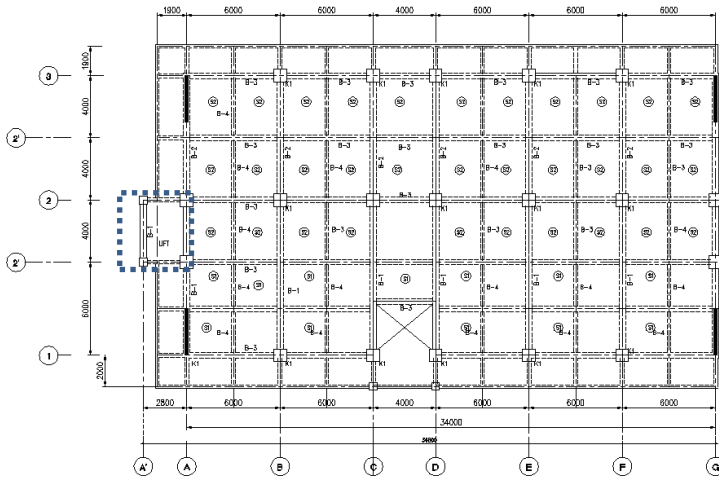
#### 4.3.3 Perencanaan Balok Lift

Balok lift berfungsi sebagai tempat dari mesin lift. Sehingga beban yang terjadi pada balok lift berbeda dengan balok lainnya. Maka perlu direncanakan tersendiri untuk struktur balok lift tersebut. Perencanaan balok lift berdasarkan luas dari ruang luncur lift yang disediakan dan kapasitas lift.

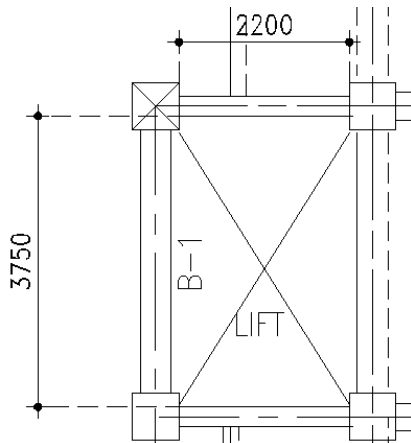
##### Data Perencanaan

Perencanaan pada balok lift meliputi balok-balok yang berhubungan dengan mesin lift.





Gambar 4. 21 Denah Lift



Gambar 4. 22 Gambar Rencana Lift

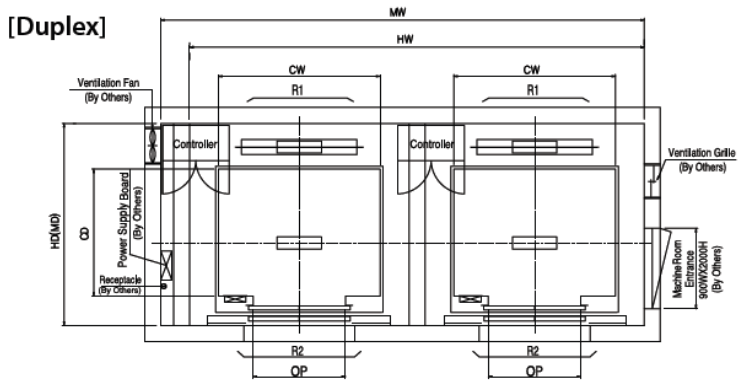
Bangunan ini dirancang menggunakan lift yang diproduksi oleh SIGMA Elevator Company dengan data spesifikasi sebagai berikut:

- Tipe Lift : IRIS NV
- Kapasitas : 10 orang
- Kecepatan : 1,5 -1,75 m/s
- Motor : Standard
- Lebar Pintu (opening Width) : 800 mm
- Dimensi Sangkar (car size)  
 Car wide (CW) : 1400 mm  
 Car Depth (CD): 1200 mm
- Dimensi Ruang Luncur  
 Hoistway Width : 3750 mm  
 Hoistway depth : 1900 mm

Tabel 4. 13 Tabel Spesifikasi Elevator

Speed (m/s)	Capacity		Opening Width (mm)	Car Size		Hoistway Size				Machine Room Size				Reaction Load			
	Person	Load(kg)		CW	CD	Simplex		Duplex		Simplex		Duplex		Machine Room		Pit	
						HW	HD	HW	HD	MW	MD	MW	MD	R1	R2	R3	R4
1.5 ~ 1.75	8	550	800	1400	1030	1800	1700	3750	1700	1800	1700	3750	1700	4200	2800	7150	5300
	10	680	800	1400	1250	1800	1900	3750	1900	1800	1900	3750	1900	4900	3400	8150	5900
	11	730	800	1400	1250	1800	2000	3750	2000	1800	2000	3750	2000	5200	3700	8600	6100
	13	900	900	1600	1350	2000	2000	4150	2000	2000	2000	4150	2000	5750	4100	9850	6900
	15	1000	900	1600	1500	2000	2150	4150	2150	2000	2150	4150	2150	6150	4300	10550	7300
	17	1150	1100	2000	1350	2550	2050	5250	2050	2550	2050	5250	2050	9400	7750	15450	11500
	20	1350	1100	2000	1500	2550	2200	5250	2200	2550	2200	5250	2200	10000	8250	16850	12300
	24	1600	1100	2150	1600	2700	2300	5550	2300	2700	2300	5550	2300	11500	8700	18550	13300

Application Regulation [CODE]	Speed (m/s)	Load (kg)	Travel (mm)	Overhead (mm)	Pit Depth (mm)	Machine Room HT	Required Hook Strength (kg)
	1	450~1000	Travels:100	4200	1400		3000
		1350	Travels:100	4300			4500
		1150/1600	80<Travels:80	4300			
Standard / EN	1.5	450~1000	Travels:100	4400	1450	2300	3000
		1350	Travels:80	4400			4500
		1150/1600	80<Travels:100	4750			
	1.75	450~1000	Travels:100	4500	1600		3000
		1350	Travels:100	4500			4500
		1150/1600	80<Travels:100	4850			



Gambar 4. 23 Hoistway Lift

Perencanaan Dimensi Balok lift

Balok Penggantung

$$L = 2800 \text{ mm}$$

$$h = 1/12 L = 233,33 \text{ mm}$$

$$b = 2/3 \times 233,33 = 155,556 \text{ mm}$$

Maka diambil dimensi:

$$b = 250 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm}$$

Balok Penumpu

$$L = 4000 \text{ mm}$$

$$h = 1/12 L = \text{mm}$$

$$b = 2/3 \times 233,33 = \text{mm}$$

Maka diambil dimensi:

$$b = 500 \text{ mm}$$

$$h = 250 \text{ mm}$$

Pembebanan Lift

Beban yang bekerja pada balok penumpu

$$R1 = 4900 \text{ Kg}$$

$$R2 = 3400 \text{ Kg}$$

Koefisien Kejut Beban Hidup oleh keran 150%

$$R1 = 4900 \times 150\% = 7350 \text{ Kg}$$

$$R2 = 3400 \times 150\% = 5100 \text{ Kg}$$

Perhitungan Balok Penumpu

Pembebanan

$$R1 = 7350 \text{ Kg}$$

$$R2 = 5100 \text{ Kg}$$

$$\Sigma R = 12450 \text{ Kg}$$

Beban Mati

$$\text{Berat Sendiri balok} = 25 \times 50 \times 2400 = 300 \text{ Kg/m}$$

Beban Hidup

$$\text{Lift} = 12450 \text{ Kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Momen} &= 1/8 qL^2 + 1/4 PL \\ &= 1/8 \times 300 \times 4^2 + 1/4 \times 12450 \times 4 \\ &= 13050 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Vu &= 1/2 qL + 1/2 P = 1/2 \times 300 \times 2,8 + 1/2 \times 12450 \\ &= 6825 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Perhitungan Tulangan

Tulangan Lentur

$$\rho_b = \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0.85 \times 0.849 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0325$$

$$\rho_{\text{max}} = 0.75 \rho_b = 0.75 \times 0.0325 = 0.024$$

$$\rho_{\text{min}} = \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} = \frac{0.25 \sqrt{30}}{400} = 0.00342$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{400} = 0.0035$$

Maka  $\rho_{\min} = 0.0035$

1.  $M_u = 13,05 \text{ Tm}$   
 $d = 400 - 40 - 10 - 16/2 = 442 \text{ mm}$
2.  $M_n = M_u / 0.9 = 14,5 \text{ Tm}$
3.  $R_n = M_n / b d^2 = \frac{14,5}{1000 \times 442^2} = 3$
4.  $m = 15.69$
5.  $\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$   
 $= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 3}{400}} \right) = 0.0079$
6.  $A_s = \rho b d = 0.0079 \times 400 \times 442 = 878,947 \text{ mm}^2$

Dipakai Tulangan:

$$5 \text{ D16 } A_s = 1005,71 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0.009$$

$$\rho_{\min} < \rho_{\text{pakai}} < \rho_{\text{maksimum}}$$

$$0.0035 < 0.009 < 0.024 \text{ (oke)}$$

### Tulangan Geser

$$V_u = 68250 \text{ N}$$

Menghitung Parameter Syarat perencanaan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 250 \times 442 = 100872,2 \text{ N}$$

$$\Phi V_c = 0,75 \times 100872,2 = 75654,18 \text{ N}$$

$$0,5 \Phi V_c = 0,5 \times 75654,18 = 37827,09 \text{ N}$$

$$V_s \min = \frac{1}{3} b w d = 1/3 \times 250 \times 442 = 36833,3 \text{ N}$$

$$V_s \max = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442 = 403489 \text{ N}$$

$$\varphi (V_c + V_s \min) = 0,75 \times (100872,2 + 36833,3) = 103279 \text{ N}$$

$$\varphi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d)$$

$$= 0,75 \times (100872,2 + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442) = 226963 \text{ N}$$

$$\varphi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d)$$

$$= 0,75 \times (100872,2 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442) = 378270 \text{ N}$$

Penulangan Geser Geser

$$0,5 \varphi V_c < V_u < \varphi V_c$$

$$37827,09 \text{ N} < 68250 \text{ N} < 75654,18 \text{ N}$$

(kondisi 2)

$$S \text{ maks} < d/2 < 600 \text{ mm}$$

$$d/4 = 442 / 4 = 221 \text{ mm}$$

$$s \text{ pakai} = 150 \text{ mm}$$

$$A_v = \frac{b w \times s}{3 f_y} = \frac{250 \times 150}{3 \times 400} = 31,25 \text{ mm}^2$$

$$\text{Dipakai } \Phi 10 - 150 \text{ mm}$$

$$A_s \Phi 10 = 78,539 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ kaki} = 157,07 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)}$$

Kontrol Retak Balok

Spasi tulangan yang berada paling dekat dengan permukaan tarik tidak boleh lebih.

$$S = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c \quad \text{pasal 10.6(4)(10-4)}$$

$$f_s = 2/3 f_y = 2/3 \times 400 = 266,67 \text{ Mpa}$$

$$C_c = \text{cover} + \text{senggang} = 40 + 10 = 50 \text{ mm}$$

$$S = 380 \times \frac{280}{266,67} - 2,5 \times 50 = 274 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh lebih dari

$$S = 300 \times \frac{280}{f_s}$$

$$300 \times \frac{280}{266,67} = 315 \text{ mm}$$

Jarak antar tulangan lentur

$$s = \frac{b_w - (2 \times \text{selimut}) - (2 \times D_{\text{senggang}}) - (n D_{\text{tul.utama}})}{n - 1}$$

$$S = \frac{250 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 3 \times 16}{3 - 1} = 51 \text{ mm} > 25 \text{ mm dan} < 274 \text{ mm}$$

Maka jarak antar tulang lentur memenuhi syarat keretakan balok

Perhitungan Balok Penggantung Lift

Pembebanan

$$R_1 = 7350 \text{ Kg}$$

$$R_2 = 5100 \text{ Kg}$$

$$\Sigma R = 12450 \text{ Kg}$$

Beban Mati

$$\text{Berat Sendiri balok} = 25 \times 50 \times 2400 = 300 \text{ Kg/m}$$

Beban Hidup

$$\text{Lift} = 12450 \text{ Kg}$$

$$\text{Momen} = 1/8 qL^2 + 1/4 PL$$

$$= 1/8 \times 300 \times 2,8^2 + 1/4 \times 12450 \times 2,8$$

$$= 9009 \text{ Kgm}$$

$$V_u = 1/2 qL + 1/2 P = 1/2 \times 300 \times 2,8 + 1/2 \times 12450$$

$$= 6645 \text{ Kg}$$

### Perhitungan Tulangan Tulangan Lentur

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0.85 \times 0.849 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0325 \end{aligned}$$

$$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b = 0.75 \times 0.0325 = 0.024$$

$$\rho_{\min} = \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} = \frac{0.25 \sqrt{30}}{400} = 0.00342$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{400} = 0.0035$$

Maka  $\rho_{\min} = 0.0035$

1.  $M_u = 9,009 \text{ Tm}$   
 $d = 500 - 40 - 10 - 16/2 = 442 \text{ mm}$
2.  $M_n = M_u / 0.9 = 10,01 \text{ Tm}$
3.  $R_n = M_n / b d^2 = \frac{10,01}{250 \times 442^2} = 2,05$
4.  $m = f_y / 0,85 f_c = 15.69$
5.  $\rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$   
 $= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 2,05}{400}} \right) = 0.0053$
6.  $A_s = \rho b d = 0.0053 \times 250 \times 442 = 590,965 \text{ mm}^2$

Dipakai Tulangan:

$$3 \text{ D16 } A_s = 603,429 \text{ mm}^2$$



$$\rho_{pakai} = 0.00546$$

$$\rho_{min} < \rho_{pakai} < \rho_{maksimum}$$

$$0.0035 < 0.00546 < 0.024 \text{ (oke)}$$

### Tulangan Geser

$$V_u = 66450 \text{ N}$$

Menghitung Parameter Syarat perencanaan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 250 \times 442 = 100872,2 \text{ N}$$

$$\Phi V_c = 0,75 \times 100872,2 = 75654,18 \text{ N}$$

$$0,5 \Phi V_c = 0,5 \times 75654,18 = 37827,09 \text{ N}$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} b w d = 1/3 \times 250 \times 442 = 36833,3 \text{ N}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442 = 403489 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + V_s \text{ min}) = 0,75 \times (100872,2 + 36833,3) = 103279 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d)$$

$$= 0,75 \times (100872,2 + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442) = 226963 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d)$$

$$= 0,75 \times (100872,2 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 250 \times 442) = 378270 \text{ N}$$

Penulangan Geser Geser

$$0,5 \Phi V_c < V_u < \Phi V_c$$

$$37827,09 \text{ N} < 66450 \text{ N} < 75654,18 \text{ N}$$

(kondisi 2)

$$S_{maks} < d/2 < 600 \text{ mm}$$

$$d/4 = 442 / 4 = 221 \text{ mm}$$

s pakai = 150 mm

$$A_v = \frac{b_w \times s}{3 f_y} = \frac{250 \times 150}{3 \times 400} = 31,25 \text{ mm}^2$$

Dipakai  $\Phi 10 - 150$  mm untuk lapangan dan tumpuan

$$A_s \Phi 10 = 78,539 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ kaki} = 157,07 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)}$$

Kontrol Retak Balok

Spasi tulangan yang berada paling dekat dengan permukaan tarik tidak boleh lebih.

$$S = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c \quad \text{pasal 10.6(4)(10-4)}$$

$$f_s = 2/3 f_y = 2/3 \times 400 = 266,67 \text{ Mpa}$$

$$C_c = \text{cover} + \text{senggang} = 40 + 10 = 50 \text{ mm}$$

$$S = 380 \times \frac{280}{266,67} - 2,5 \times 50 = 274 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh lebih dari

$$S = 300 \times \frac{280}{f_s}$$

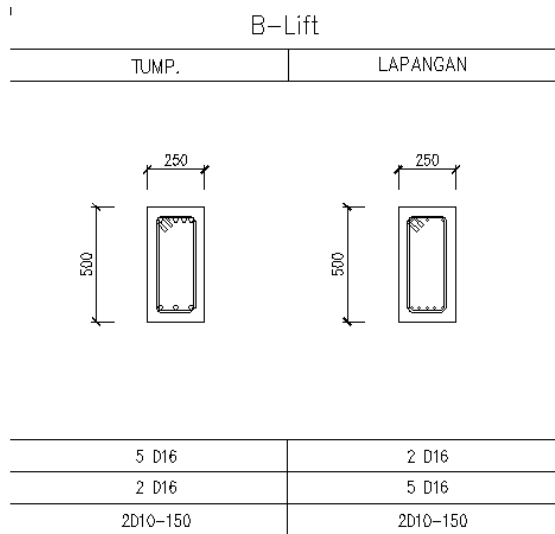
$$300 \times \frac{280}{266,67} = 315 \text{ mm}$$

Jarak antar tulangan lentur

$$s = \frac{b_w - (2 \times \text{selimut}) - (2 \times D_{\text{senggang}}) - (n D_{\text{tul.utama}})}{n - 1}$$

$$S = \frac{250 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 3 \times 16}{3 - 1} = 51 \text{ mm} > 25 \text{ mm} \text{ dan } < 274 \text{ mm}$$

Maka jarak antar tulangan lentur memenuhi syarat keretakan balok



Gambar 4. 24 Penulangan Balok Lift

#### 4.3.4 Desain Balok Anak

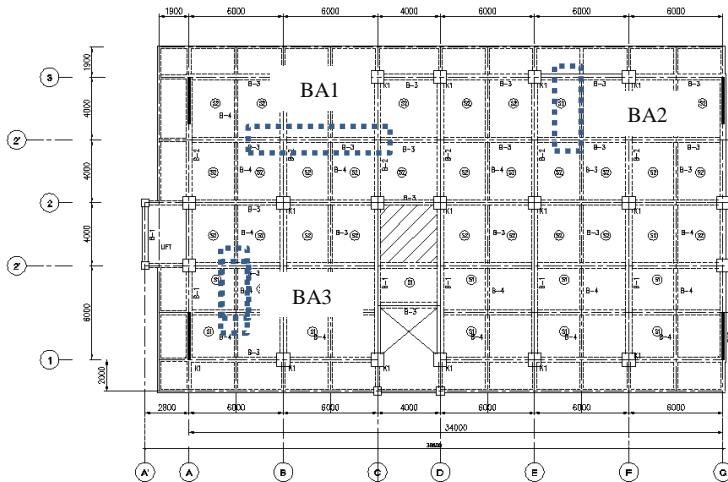
Balok merupakan komponen rangka gedung pada struktur Sistem Rangka Pemikul Momen sehingga diharuskan direncanakan dengan baik agar tidak terjadi kegagalan struktur sehingga dapat menjamin keamanan bagi penghuni gedung. Komponen balok bertugas memikul momen akibat beban-beban yang terjadi. Karena keterbatasan waktu, contoh perhitungan balok induk dilakukan pada balok induk B1 saja. Perhitungan balok lain disajikan dalam lampiran.

Data-data perencanaan struktur balok induk:

Balok Anak 1

- Mutu beton,  $f'_c$  : 30 MPa
- Mutu baja tulangan,  $f_y$  : 400 MPa
- Dimensi balok : 600 x 300 mm
- Bentang balok ( $L$ ) : 6 m
- Rencana Tulangan : D18

- Cover : 40 mm



Gambar 4. 25 Denah Balok Anak

### Perhitungan Struktur Balok Anak 1

#### Perhitungan tulangan longitudinal penahan lentur

Menentukan harga  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{(f_c - 28)}{7} \quad (\text{SNI 2847 : 2013 Pasal 10.2.7.3})$$

$$= 0.85 - 0.05 (30 - 28) / 7 = 0.849$$

Menentukan batasan nilai tulangan dengan menggunakan syarat rasio tulangan sebagai berikut:

Mencari  $\rho$  balance

$$\rho_b = \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0.85 \times 0.849 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0325$$

Mencari  $\rho$  maksimum

$$\rho \text{ max} = 0.025 \quad (\text{SNI 2847:2013 pasal 21.5.2.1})$$

$$\rho \text{ max} = 0.75 \rho_b = 0.75 \times 0.0325 = 0.024$$

Mencari  $\rho$  minimum

$$\rho \text{ min} = \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} = \frac{0.25 \sqrt{30}}{400} = 0.00342$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{400} = 0.0035$$

Maka  $\rho \text{ min} = 0.0035$

Menentukan harga  $m$

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{400}{0.85 \times 30} = 15.69$$

Perhitungan Tulangan Tumpuan

Gaya dalam hasil dari SAP adalah  $M_u = 24178,6 \text{ Kgm}$

$$1. \quad M_u = 24,178 \text{ Tm}$$

$$d = 600 - 40 - 13 - 18/2 = 542 \text{ mm}$$

$$2. \quad M_n = M_u / 0.9 = 26,86 \text{ Tm}$$

$$3. \quad R_n = M_n / b d^2 = \frac{26,86}{400 \times 542^2} = 3,05$$

$$4. \quad m = 15.69$$

$$5. \quad \rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 3,05}{400}} \right) = 0.00814$$

$$6. \quad A_s = \rho b d = 0.00814 \times 300 \times 542 = 1323,68 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan:

$$7 \text{ D16 } A_s = 1408 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0.00866$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{pakai}} < \rho_{\text{maksimum}}$$

$$0.0035 < 0.00866 < 0.024 \text{ (oke)}$$

Cek momen nominal daerah tumpuan

$$a = \frac{As \times fy}{0,849 f_c b} = \frac{1408 \times 400}{0,849 \times 30 \times 300} = 73,74 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \phi Mn &= \phi As fy \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9 \times 1408 \times 400 \times \left( 542 - \frac{73,74}{2} \right) = 25,6 \text{ Tm} \end{aligned}$$

$\phi Mn > Mu$

25,6 Tm > 24,178 Tm (oke)

Cek Kondisi Penampang

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{42,14}{0,849} = 49,659 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{86,9}{542} = 0,16 < 0,375 \text{ sehingga penampang } \textit{tension controlled}.$$

Perhitungan Tulangan Lapangan

Gaya dalam hasil dari SAP adalah  $M_u = 7904,16 \text{ Kgm}$

1.  $M_u = 7,904 \text{ Tm}$

$d = 542 \text{ mm}$

2.  $M_n = M_u / 0,9 = 8,78 \text{ Tm}$

3.  $R_n = M_n / bd^2 = \frac{8,78}{400 \times 542^2} = 1$

4.  $m = 15,69$

$$\begin{aligned} 5. \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 1}{400}} \right) = 0,0025 \end{aligned}$$

$\rho_{\text{perlu}}$  memakai  $\rho_{\text{min}} = 0,0035$

6.  $As = \rho b d = 0,0035 \times 400 \times 542 = 569,1 \text{ mm}^2$

Dipakai Tulangan:

$$3 \text{ D16 } A_s = 603,429 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{pakai} = 0.005461$$

$$\rho_{min} < \rho_{pakai} < \rho_{maksimum}$$

$$0.0035 < 0.005461 < 0.024 \text{ (oke)}$$

Cek momen nominal

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,849 f_c b} = \frac{603,429 \times 400}{0,849 \times 30 \times 300} = 31,6 \text{ mm}$$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0.9 \times 603,429 \times 400 \times \left( 542 - \frac{31,6}{2} \right) = 11,4 \text{ Tm}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$11,4 \text{ Tm} > 7,904 \text{ Tm (oke)}$$

Cek Kondisi Penampang

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{31,6}{0,849} = 37,244 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{37,24}{542} = 0,068 < 0,375 \text{ sehingga penampang } \textit{tension controlled}.$$

Perhitungan penulangan pada Balok Anak 2 dan Balok Anak 3 menggunakan cara yang sama dengan perhitungan penulangan Balok Anak 1

Tabel hasil perhitungan tulangan balok anak pada tumpuan

Daerah	Mu	Tulangan	$\phi M_n$	kontrol
Balok Anak 1	12,59 Tm	4 D16	15,088Tm	Oke
Balok Anak 2	8,97 Tm	3 D16	9,190 Tm	Oke
Balok Anak 3	5,856 Tm	3 D16	9,190 Tm	Oke

Tabel hasil perhitungan tulangan balok anak pada lapangan

Daerah	Mu	Tulangan	$\Phi M_n$	kontrol
Balok Anak 1	7,9 Tm	3 D16	11,431Tm	Oke
Balok Anak 1'	7,49 Tm	3 D16	11,431Tm	Oke
Balok Anak 2	5,856 Tm	3 D16	9,190 Tm	Oke
Balok Anak 3	4,197 Tm	3 D16	9,190 Tm	Oke

## Perencanaan Tulangan Geser Balok

## Penulangan Wilayah 1

Mulai dari daerah tumpuan sampai  $\frac{1}{4}$  L balok

Didapat dari SAP  $V_u = 147346,6$  N

Menghitung kondisi untuk tulangan geser

$$V_u = 147346,6 \text{ N}$$

$$d \text{ balok} = 542 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 300 \times 542 = 148432,8 \text{ N}$$

$$\Phi V_c = 0,75 \times 148432,8 = 111324,6 \text{ N}$$

$$0,5 \Phi V_c = 0,5 \times 111324,6 = 55662,3 \text{ N}$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} b w d = \frac{1}{3} \times 300 \times 541 = 54200 \text{ N}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 541 = 593731,3 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + V_s \text{ min}) = 0,75 \times (148432,8 + 54200) \\ = 151974,6 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d) = \\ = 0,75 \times (148432,8 + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 541) \\ = 333973,8 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d) \\ = 0,75 \times (148432,8 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 300 \times 541) = 556623 \text{ N}$$



$$\begin{aligned} \varphi V_c < V_1 < \varphi (V_c + V_s \text{ min}) \\ 111324,6 \text{ N} < 147346,6 \text{ N} < 151974,6 \text{ N} \\ \text{(kondisi 3)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S \text{ maks} < d/2 < 600 \text{ mm} \\ d/2 = 542 / 2 = 271 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$s \text{ pakai} = 150 \text{ mm}$$

$$A_v = \frac{b_w \times s}{3 f_y} = \frac{300 \times 150}{3 \times 400} = 62,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dipakai } \Phi 10 - 150 \text{ mm} \\ A_s \Phi 10 = 78,54 \text{ mm}^2 \\ 2 \text{ kaki} = 157,08 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)} \end{aligned}$$

Penulangan geser pada daerah wilayah 2  
Mulai dari jarak  $\frac{1}{4}$  L balok sampai  $\frac{1}{2}$  L balok  
Didapat dari SAP  $V_u = 120117,1 \text{ N}$

$$\begin{aligned} \varphi V_c < V_2 < \varphi (V_c + V_s \text{ min}) \\ 111324,6 \text{ N} < 120117,1 \text{ N} < 151974,6 \text{ N} \\ \text{(kondisi 3)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S \text{ maks} < d/2 < 600 \text{ mm} \\ d/2 = 542 / 2 = 271 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$s \text{ pakai} = 150 \text{ mm}$$

$$A_v = \frac{b_w \times s}{3 f_y} = \frac{300 \times 150}{3 \times 400} = 62,5 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Dipakai } \Phi 10 - 150 \text{ mm} \\ A_s \Phi 10 = 78,54 \text{ mm}^2 \\ 2 \text{ kaki} = 157,08 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)} \end{aligned}$$

Tabel hasil perhitungan tulangan geser balok

Daerah	Vu	Av perlu	Tulangan	Av (2kaki)	kontrol
Wilayah 1	147346,6 N	62,5 mm <sup>2</sup>	Φ10-150 mm	157,08 mm <sup>2</sup>	Oke
Wilayah 2	120117,1 N	62,5 mm <sup>2</sup>	Φ10-150 mm	157,08 mm <sup>2</sup>	Oke

## Panjang Penyaluran Tulangan Balok Anak

- a) Panjang penyaluran tulangan tarik:

Diketahui  $d_b = 16$  mm;

$$\lambda d = \left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{1,7 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$$

 $\Psi_t$  = Faktor tulangan ; 1 $\psi_e$  = Faktor pelapis ; 1

$$\lambda d = \frac{400 \times 1 \times 1}{1,7 \times 1 \times \sqrt{30}} \times 16 = 687 \text{ mm}$$

Maka panjang penyaluran = 700 mm

Syarat  $\lambda d > 300$  mm (oke)

- b) Panjang Penyaluran Tulangan Tekan

$$\lambda d_c = \frac{0,24 f_y}{\lambda \sqrt{f_c'}} \times d_b \quad \text{dan} \quad \lambda d_c = 0,043 f_y \times d_b$$

$$= \frac{0,24 \times 400}{1 \sqrt{30}} \times 16 \quad \text{dan} \quad \lambda d_c = 0,043 \times 400 \times 16$$

$$= 280 \text{ mm} \quad \text{dan} \quad = 275 \text{ mm}$$

Maka panjang tulangan tekan = 285 mm

- c) Panjang Penyaluran Tulangan Berkait dalam kondisi Tarik

$$\lambda d_h = \left( \frac{0,24 \times \psi_e \times f_y}{\lambda \times \sqrt{f_c}} \right) \times d_b$$

$$\lambda d_h = \left( \frac{0,24 \times 1 \times 400}{1 \times \sqrt{30}} \right) \times 16 = 280,4 \text{ mm}$$

Maka panjang penyaluran Tulangan Berkait dalam kondisi Tarik = 285 mm  
 $12 d_b = 12 \times 16 = 192 \text{ mm}$

### Kontrol Retak Balok

Spasi tulangan yang berada paling dekat dengan permukaan tarik tidak boleh lebih.

$$S = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 C_c \quad \text{pasal 10.6(4)(10-4)}$$

$$f_s = 2/3 f_y = 2/3 \times 400 = 266,67 \text{ Mpa}$$

$$C_c = \text{cover} + \text{senggang} = 40 + 10 = 50 \text{ mm}$$

$$S = 380 \times \frac{280}{266,67} - 2,5 \times 50 = 274 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh lebih dari mm

$$S = 300 \times \frac{280}{f_s}$$

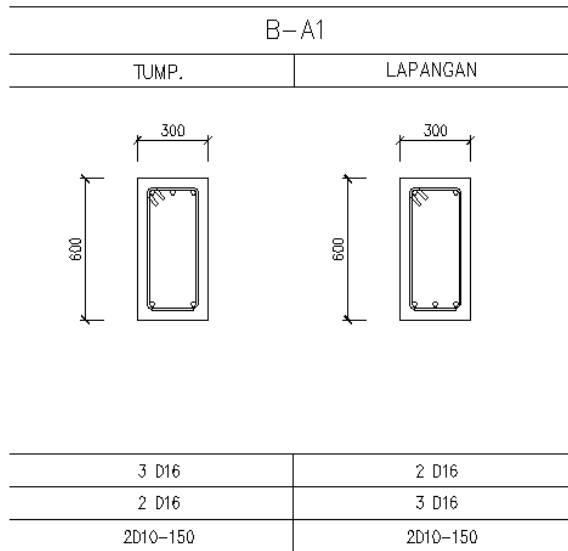
$$300 \times \frac{280}{266,67} = 315 \text{ mm}$$

Jarak antar tulangan lentur

$$s = \frac{b_w - (2 \times \text{selimut}) - (2 \times D_{\text{senggang}}) - (n D_{\text{tul.utama}})}{n - 1}$$

$$S = \frac{300 - 2 \times 40 - 2 \times 10 - 3 \times 16}{3 - 1} = 76 \text{ mm} > 25 \text{ mm}$$

Maka jarak antar tulang lentur memenuhi syarat keretakan balok



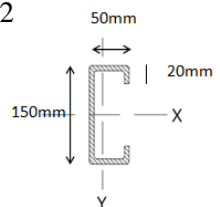
Gambar 4. 26 Contoh Penggambaran Penulangan Balok Anak

#### 4.3.5 Perhitungan Struktur Atap

Struktur atap pada gedung mempunyai dua jenis  
Perhitungan Gording

##### A. Data Perencanaan Gording

- Sudut kemiringan =  $20^\circ$
- Panjang gording (L) = 600 cm
- Jarak antar gording (b) = 100 cm
- Jumlah penggantung = 2 buah
- Direncanakan profil gording LLC 150.50.20.3,2
  - Berat (W) = 6,76 Kg/m
  - Modulus section (Zx) =  $42 \text{ cm}^3$
  - Modulus section (Zy) =  $7.49 \text{ cm}^3$
  - Tebal = 3.2 mm



### Pembebanan

#### Beban Mati

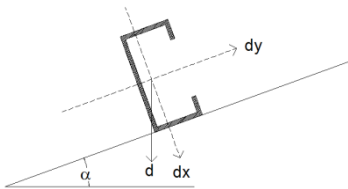
- Berat Gording = 6.76 Kg/m
  - Berat Metal roof =  $2.23 \text{ Kg/m}^2 \times 1 = 2.23 \text{ Kg/m}$
  - Berat lain-lain (10%) = 0.9 Kg/m +
- $q_d = 9.89 \text{ Kg/m}$

#### Beban Hidup

- Pekerja  $P = 100 \text{ Kg}$

#### Beban Angin

$$q_w = 6.031 \text{ Kg/m}^2$$



Gambar 4. 27 Arah Gaya Pada Gording

#### Momen-momen terjadi

##### Akibat beban mati

$$M_{dx} = 1/8 \times q_d \cos \alpha \times L^2 = 1/8 \times 9.89 \times \cos 20^\circ \times 6^2 = 41.83 \text{ Kgm}$$

$$M_{dy} = 1/8 \times q_d \sin \alpha \times (L/2)^2 = 1/8 \times 9.89 \times \sin 20^\circ \times (6/2)^2 = 15.22 \text{ Kgm}$$

##### Akibat beban hidup

$$M_{lx} = 1/4 \times P \times L \cos \alpha \times 100 \times 6 \cos 20^\circ = 140.95 \text{ Kgm}$$

$$M_{ly} = 1/4 \times P \times L/2 \sin \alpha \times 100 \times 6/2 \sin 20^\circ = 25.65 \text{ Kgm}$$

##### Akibat beban angin

$$M_{wx} = 1/8 \times q_w \times L^2 = 1/8 \times 6.031 \times 6^2 = 27.138 \text{ Kgm}$$

## Kombinasi Pembebanan

Kombinasi beban	Mdx (Kgm)	Mdy (Kgm)
1.4 D	58.56	21.31
1.2 D + 1.6 L	275.72	59.31
1.2 D + 1L + 1 W	218.28	43.92

Momen menentukan adalah

$$Mdx = 275.72 \text{ Kgm}$$

$$Mdy = 59.31 \text{ Kgm}$$

## Kontrol Profil

H (mm )	B (mm)	T (mm )	Zx cm 3	Zy cm <sup>3</sup>	Fy kg/cm <sup>2</sup>	E kg/cm <sup>2</sup>	W Kg/ m
150	50	3	42	7.49	2400	200000 0	6.76

$$Mnx = Zx \cdot Fy = 42 \times 2400 = 1008 \text{ Kgm}$$

$$Mny = Zy \cdot Fy = 7.49 \times 2400 = 179.76 \text{ Kgm}$$

## Kontrol Interaksi

$$\frac{Mux}{\phi Mnx} + \frac{Muy}{\phi Mny} \leq 1$$

$$\frac{275.72}{0.9 \times 1008} + \frac{59.31}{0.9 \times 179.76} = 0.67 \leq 1 \text{ (oke)}$$

## Kontrol Lendutan

$$L/240 = 2.5 \text{ cm}$$

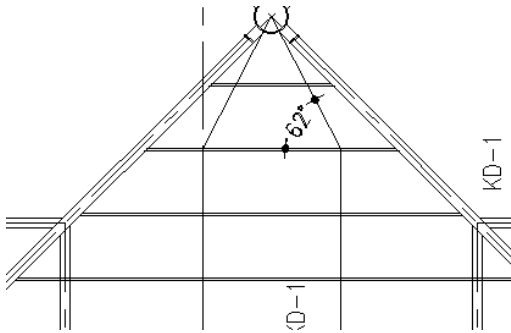
$$\begin{aligned} \Delta x &= (5 \cdot qdx \cdot L^4)/(384 \cdot E \cdot Iy) + (Px \cdot L^3)/(48 \cdot E \cdot Iy) \\ &= 0.28 + 7.5 \times 10^{-12} = 0.28 \text{ cm} \\ &\quad (5 \cdot qdy \cdot L^4)/(384 \cdot E \cdot Ix) + (Py \cdot L^3)/(48 \cdot E \cdot Ix) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Delta y &= \\ &= 0.006 + 9.4 \times 10^{-13} = 0.006 \text{ cm} \\ \Delta &= \sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2} = 0.28 \text{ cm}\end{aligned}$$

### Perhitungan Penggantung Gording

#### B. Data Perencanaan Penggantung Gording

- Panjang Penggantung : 1 m
- Sudut kemiringan :  $62^{\circ}$
- $F_y$  : 2400 Kg/cm<sup>2</sup>
- $F_u$  : 3700 Kg/cm<sup>2</sup>
- Jarak Penggantung : 2 m



Gambar 4. 28 Penggantung Gording

#### Pembebanan

##### Beban Mati

- Metal roof, gording, dan 10% :  $q_d = 9.89 \text{ Kg/m}$

##### Beban Hidup

- Pekerja = 100 Kg

#### Perhitungan Gaya N

- $N_d = q_d \sin 20^{\circ} \times L = 9.89 \sin 20^{\circ} \times 6 = 20.3 \text{ Kg}$
- $N_l = P \sin 20^{\circ} = 100 \sin 20^{\circ} = 20.3 \text{ Kg}$

## Kombinasi Beban

$$- 1.4 D = 1.4 \times 20.3 = 28.4 \text{ Kg}$$

$$- 1.2 D + 1.6 L = 1.2 \times 20.3 + 1.6 \times 20.3 = 79.08 \text{ Kg}$$

## Beban total 1 penggantung

$$N \text{ total} = \frac{P \text{ total} \times n \text{ gording}}{2 \times \sin 62^\circ} = \frac{79.08 \times 9 \text{ buah}}{2 \sin 62^\circ} = 403.04 \text{ Kg}$$

## Perencanaan Dimensi

## - Kuat Leleh

$$P_u = \emptyset \times f_y \times A_g$$

$$403.04 = 0.9 \times 2400 \times A_g$$

$$A_g = 0.19 \text{ cm}^2$$

## - Kuat Putus

$$P_u = \emptyset \times f_u \times A_g$$

$$403.04 = 0.75 \times 3700 \times A_g$$

$$A_g = 0.193 \text{ cm}^2$$

Direncanakan diameter = 10 mm,  $A_g = 7,85 \text{ cm}^2$  oke

## Perhitungan Struktur Kuda-Kuda

## Perencanaan Kuda-kuda

Panjang bentang kuda-kuda = 13.4 m

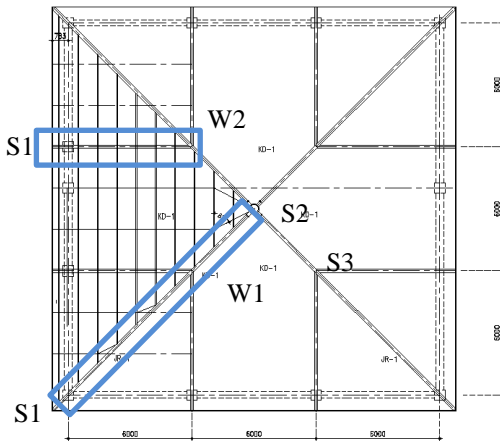
Sudut kemiringan =  $20^\circ$  dan  $14^\circ$

Mutu Baja = BJ 37

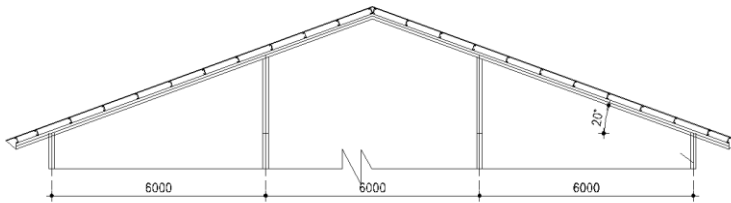
$F_y = 240 \text{ MPa}$

$F_u = 370 \text{ MPa}$





Gambar 4. 29 Rencana Kuda-Kuda



Gambar 4. 30 Potongan Kuda-Kuda

Pembebanan

Beban Mati

$$\text{Beban Metal Roof} = 2.23 \times 6 = 13.39 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban Gording} = 6.8 \times 6/1 = 40.56 \text{ Kg/m}$$

$$\text{Beban tambahan 10\%} = 5.4 \text{ Kg/m} +$$

$$qd = 59.35 \text{ Kg/m}$$

$$qd / \cos \alpha =$$

$$\alpha = 20^\circ = 63.157 \text{ Kg/m}$$

$$\alpha = 14^\circ = 61.165 \text{ Kg/m}$$

Beban Hidup  
 Beban Pekerja = 100 Kg

Beban Angin

W Tekan =  $6.03 \text{ Kg/m}^2$

W Hisap =  $5.1 \text{ Kg/m}^2$

Jarak kuda-kuda = 6 m

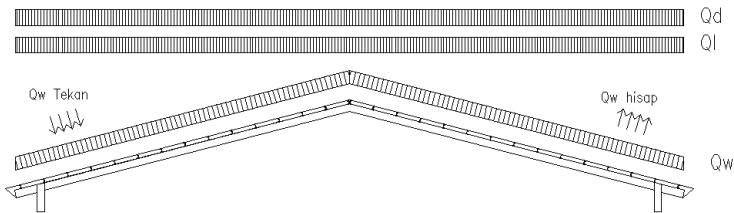
$q_w = w \times L / \cos \alpha$

$$\alpha = 20^\circ = 6.03 \times \frac{6}{0.94} = 38.5 \text{ Kg/m}$$

$$\alpha = 14^\circ = 6.03 \times \frac{6}{0.97} = 37.3 \text{ Kg/m}$$

$$\alpha = 20^\circ = 5.1 \times \frac{6}{0.94} = 31.7 \text{ Kg/m}$$

$$\alpha = 14^\circ = 5.1 \times \frac{6}{0.97} = 30.6 \text{ Kg/m}$$



Gambar 4. 31 Pembebanan Pada Kuda-Kuda

Perhitungan Kuda-Kuda W1

Momen yang terjadi

$$1.2 D + 1.6 L = -1895,73 \text{ Kgm}$$

$$1.4D = -1829,15 \text{ Kgm}$$

$$1.2D+1L+1W= -1820,85 \text{ Kgm}$$

Perhitungan Kekuatan Profil Kuda-Kuda

Momen Ultimate yang terjadi di kuda – kuda adalah akibat beban kombinasi :

$$1,2D + 1,6 L = -1895.73 \text{ Kgm}$$

Direncanakan profil kuda – kuda : WF 250.125.9.6

$$\begin{aligned}
 H &= 250 \text{ mm} & Z_x &= b \, t_f (d - t_f) + \frac{1}{4} t_w (d - 2 \, t_f)^2 \\
 B &= 125 \text{ mm} & Z_x &= 351861 \text{ mm}^3 \\
 T_w &= 6 \text{ mm} & W &= 25,56 \text{ Kg/m} \\
 T_f &= 9 \text{ mm} & i_y &= 2,79 \text{ cm} \\
 r &= 12 \text{ mm} & S_x &= 324 \text{ cm}^3 \\
 A &= 37.66 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

➤ Hitung Momen nominal (Mn) pengaruh local buckling

- Syarat Kelangsingan Profil :

Flens/Sayap

$$\begin{aligned}
 \lambda &< \lambda_p \\
 b_f / 2 \times t_f &< 170 / \sqrt{f_y} \\
 125 \text{ mm} / 2 \times 9 \text{ mm} &< 170 / \sqrt{240} \\
 6,9 &< 11 \quad \text{oke}
 \end{aligned}$$

Web/Badan

$$\begin{aligned}
 \lambda &< \lambda_p \\
 h / t_w &< 1680 / \sqrt{f_y} \\
 \frac{125 - 2(9 + 12)}{6} &< 1680 / \sqrt{240} \\
 35,67 &< 108.4 \quad \text{oke}
 \end{aligned}$$

Dapat disimpulkan penampang kompak

- Momen Nominal Penampang :

Tekuk Lokal

Profil penampang kompak,

Momen nominal (Mn) = tahanan momen nominal plastis (Mp)

$$\begin{aligned}
 M_u &= 1895,73 \text{ Kgm} \\
 M_n &= Z_x \times f_y \\
 &= 351861 \text{ mm}^3 \times 240 \text{ Mpa} \\
 &= 8,44 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi M_n &= 0,9 \times M_n \\
 &= 0,9 \times 8,44 \text{ Tm} \\
 &= 7,6 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi M_n &> M_u \\
 7,6 \text{ Tm} &> 1,89 \text{ Kgm} \quad \text{oke}
 \end{aligned}$$

Tekuk Lateral

$$L = 13400 \text{ mm}$$

Segmen = 10

$$L_b = 13400/10 = 1340 \text{ mm}$$

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \times 2,79 \text{ mm} \times \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{240}} = 1417,5 \text{ mm}$$

$L < L_p =$  Bentang Pendek

Momen nominal ( $M_n$ ) = tahanan momen nominal plastis ( $M_p$ )  $M_n$   
 $= 8,44 \text{ Tm}$

$$\Phi M_n = 7,6 \text{ Tm}$$

$$\begin{array}{lcl} \Phi M_n & > & M_u \\ 7,6 \text{ Tm} & > & 1,89 \text{ Tm} \end{array}$$

oke

Perhitungan Kekuatan Geser

$$V_u = 1,16 \text{ T}$$

$$h_w = 250 - (2 \times (9+12)) = 208 \text{ mm}$$

$$A_w = 208 \times 6 = 1248 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 34,667 < 6,36 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 410,536$$

$$V_n = 0,6 f_y A_w = 0,6 \times 240 \times 1248 = 179712 \text{ N}$$

$$\Phi V_n = 0,9 \times 179712 \text{ N} = 16,17 \text{ T}$$

$$\Phi V_n > V_u \quad \text{oke}$$

Kontrol interaksi momen dan geser

$$\frac{M_u}{\Phi M_n} + 0,625 \frac{V_u}{\Phi V_n} < 1,375$$

$$\frac{1,89}{7,6} + 0,625 \frac{1,16}{16,17} < 1,375$$

$$0,294 < 1,375 \quad \text{oke}$$

## Perhitungan Kolom

Direncanakan profil kuda – kuda : WF 250.125.9.6

$$\begin{array}{ll}
 H & = 250 \text{ mm} & Z_x = b \text{ tf} (d - \text{tf}) + \frac{1}{4} \text{tw} (d - 2 \cdot \text{Tf})^2 \\
 B & = 125 \text{ mm} & Z_x = 351861 \text{ mm}^3 \\
 \text{Tw} & = 6 \text{ mm} & W = 29,56 \text{ Kg/m} \\
 \text{Tf} & = 9 \text{ mm} & i_y = 2,79 \text{ cm} \\
 r & = 12 \text{ mm} & i_x = 10,37 \text{ cm} \\
 A & = 37,66 \text{ cm}^2 & S_x = 324 \text{ cm}^3
 \end{array}$$

## Gaya Aksial Terjadi

$$N_u = 1,844 \text{ ton}$$

$$L = 100 \text{ cm}$$

- Syarat Kelangsingan Profil :

Flens/Sayap

$$\begin{array}{ll}
 \lambda & < \lambda_p \\
 \text{bf} / 2 \times \text{tf} & < 170 / \sqrt{f_y} \\
 125 \text{ mm} / 2 \times 9 \text{ mm} & < 170 / \sqrt{240} \\
 6,9 & < 11 \quad \text{oke}
 \end{array}$$

Web/Badan

$$\begin{array}{ll}
 \lambda & < \lambda_p \\
 h / \text{tw} & < 1680 / \sqrt{f_y} \\
 \frac{125 - 2(9 + 12)}{6} & < 1680 / \sqrt{240} \\
 35,67 & < 108,4 \quad \text{oke}
 \end{array}$$

Dapat disimpulkan penampang kompak

Kondisi tumpuan jepit-jepit,  $K = 0,65$

Sumbu x

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{r_x} = \frac{1000 \cdot 0,65}{103,7} = 6,26$$

$$\lambda_{cx} = \frac{\lambda_x}{\pi} \times \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{6,26}{3,14} \times \sqrt{\frac{240}{200000}} = 0,0692$$

Sumbu y

$$\lambda_y = \frac{L.ky}{ry} = \frac{1000.0,65}{27,9} = 23,297$$

$$\lambda_{cy} = \frac{\lambda_y}{\pi} \times \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{23,297}{3,14} \times \sqrt{\frac{240}{200000}} = 0,257$$

Daya dukung Nominal Nn struktur tekan dihitung sebagai berikut:

$$Nn = Ag \cdot fcr = Ag \frac{fy}{\omega}$$

Besar  $\omega$  ditentukan oleh  $\lambda_c$ :

$\lambda_c < 0,25$  maka  $\omega = 1$

$0,25 < \lambda_c < 1,2$  maka  $\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c}$

$\lambda_c > 1,2$  maka  $\omega = 1,25 \lambda_c$

Arah Sumbu X

Karena  $\lambda_{cx} < 0,25$  maka,  $\omega_x = 1$

$$\begin{aligned} Nn &= Ag \times fcr \\ &= 37,66 \text{ cm}^2 \times \frac{240}{1} \\ &= 90384 \text{ Kg} \\ \cdot \varphi Nn &= 0,85 \times Nn \\ &= 0,85 \times 90384 \text{ Kg} \\ &= 76,826 \text{ ton} \end{aligned}$$

Arah Sumbu Y

Karena  $0,25 < \lambda_{cy} < 1,2$  maka,

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 0,257} = 1,001$$

$$\begin{aligned}
 N_n &= A_g \times f_{cr} \\
 &= 37,66 \text{ cm}^2 \times \frac{240}{1,001} \\
 &= 90244,65 \text{ Kg} \\
 \phi N_n &= 0,85 \times N_n \\
 &= 0,85 \times 90244,65 \text{ Kg} \\
 &= 76,71 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Maka kolom Mampu menahan gaya Pu

Kontrol Interaksi

$$\frac{Nu}{\phi N_n} = \frac{1,743}{76,71} = 0,02$$

Karena  $\frac{Nu}{\phi N_n} < 0,2$ , maka kontrol interaksi menggunakan

$$\frac{Nu}{2\phi N_n} + \left( \frac{Mu}{\phi Mn} \right) \leq 1$$

$$\frac{1,844}{2 \times 76,71} + \left( \frac{1,89}{7,6} \right) \leq 1$$

$$0,26 \leq 1 \text{ (oke)}$$

Kontrol interaksi momen dan geser

$$\frac{Mu}{\phi Mu} + 0,625 \left( \frac{Vu}{\phi Vn} \right) = 0,29416 < 1,375 \text{ (oke)}$$

Perhitungan Kuda-Kuda W2

Momen yang terjadi

$$1.2 D + 1.6 L = -1832,24 \text{ Kgm}$$

$$1.4 D = -1869,3 \text{ Kgm}$$

$$1.2 D + 1 L + 1 W = -2284,21 \text{ Kgm}$$

Perhitungan Kekuatan Profil Kuda-Kuda  
Momen Ultimate yang terjadi di kuda – kuda adalah akibat beban kombinasi :

$$1,2D + 1L + 1W = -2284,21 \text{ Kgm}$$

Direncanakan profil kuda – kuda : WF 250.125.9.6

$$H = 250 \text{ mm} \quad Z_x = b t_f (d - t_f) + \frac{1}{4} t_w (d - 2 \cdot T_f)^2$$

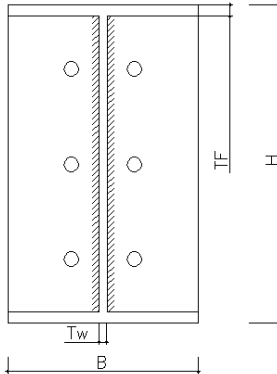
$$B = 125 \text{ mm} \quad Z_x = 351861 \text{ mm}^3$$

$$T_w = 6 \text{ mm} \quad W = 25,56 \text{ Kg/m}$$

$$T_f = 9 \text{ mm} \quad i_y = 2,79 \text{ cm}$$

$$r = 12 \text{ mm} \quad S_x = 324 \text{ cm}^3$$

$$A = 37.66 \text{ cm}^2$$



Gambar 4. 32 Profil Kuda-Kuda

➤ Hitung Momen nominal ( $M_n$ ) pengaruh local buckling

• Syarat Kelangsingan Profil :

Flens/Sayap

$\lambda$	<	$\lambda_p$	
$bf / 2 \times t_f$	<	$170 / \sqrt{f_y}$	
$125 \text{ mm} / 2 \times 9 \text{ mm}$	<	$170 / \sqrt{240}$	
6,9	<	11	oke

Web/Badan

$\lambda$	<	$\lambda_p$
$h / t_w$	<	$1680 / \sqrt{f_y}$



$$\frac{125-2(9+12)}{6} < 1680 / \sqrt{240}$$

$$35,67 < 108.4 \quad \text{oke}$$

Dapat disimpulkan penampang kompak

- Momen Nominal Penampang :

Tekuk Lokal

Profil penampang kompak,

Momen nominal (Mn) = tahanan momen nominal plastis(Mp)

$$M_u = 2284,21 \text{ Kgm}$$

$$M_n = Z_x \times f_y$$

$$= 351861 \text{ mm}^3 \times 240 \text{ Mpa}$$

$$= 8,44 \text{ Tm}$$

$$\Phi M_n = 0,9 \times M_n$$

$$= 0,9 \times 8,44 \text{ Tm}$$

$$= 7,6 \text{ Tm}$$

$$\Phi M_n > M_u$$

$$7,6 \text{ Tm} > 2,284 \text{ Kgm} \quad \text{oke}$$

Tekuk Lateral

$$L = 6384 \text{ mm}$$

$$\text{Segmen} = 5$$

$$L_b = 6384/5 = 1276,8 \text{ mm}$$

$$L_p = 1,76 r_y \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 1,76 \times 2,79 \text{ mm} \times \sqrt{\frac{2 \times 10^5}{240}} = 1417,5 \text{ mm}$$

$L < L_p$  = Bentang Pendek

Momen nominal (Mn) = tahanan momen nominal plastis(Mp) Mn  
= 8,44 Tm

$$\Phi M_n = 7,6 \text{ Tm}$$

$$\Phi M_n > M_u$$

$$7,6 \text{ Tm} > 2,284 \text{ Tm} \quad \text{oke}$$

Perhitungan Kekuatan Geser

$$V_u = 1,13 \text{ T}$$

$$h_w = 250 - (2 \times (9+12)) = 208 \text{ mm}$$

$$A_w = 208 \times 6 = 1248 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 34,667 < 6,36 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 410,536$$

$$V_n = 0,6 f_y A_w = 0,6 \times 240 \times 1248 = 179712 \text{ N}$$

$$\Phi V_n = 0,9 \times 179712 \text{ N} = 16,17 \text{ T}$$

$$\Phi V_n > V_u \quad \text{oke}$$

Kontrol interaksi momen dan geser

$$\frac{M_u}{\Phi M_u} + 0,625 \frac{V_u}{\Phi V_u} < 1,375$$

$$\frac{2,284}{7,6} + 0,625 \frac{1,13}{16,17} < 1,375$$

$$0,34 < 1,375 \quad \text{oke}$$

Perhitungan Kolom

Direncanakan profil kuda – kuda : WF 250.125.9.6

$$H = 250 \text{ mm} \quad Z_x = b t_f (d - t_f) + \frac{1}{4} t_w (d - 2 \cdot T_f)^2$$

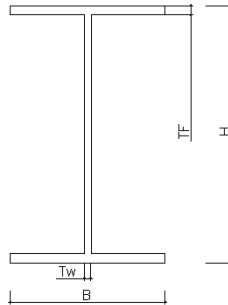
$$B = 125 \text{ mm} \quad Z_x = 351861 \text{ mm}^3$$

$$T_w = 6 \text{ mm} \quad W = 29,56 \text{ Kg/m}$$

$$T_f = 9 \text{ mm} \quad i_y = 2,79 \text{ cm}$$

$$r = 12 \text{ mm} \quad i_x = 10,37 \text{ cm}$$

$$A = 37,66 \text{ cm}^2 \quad S_x = 324 \text{ cm}^3$$



Gambar 4. 33 Profil Kolom Kuda-Kuda

Gaya Aksial Terjadi

$N_u = 1,862$  ton

$L = 100$  cm

- Syarat Kelangsingan Profil :

Flens/Sayap

$$\begin{aligned} \lambda &< \lambda_p \\ bf / 2 \times tf &< 170 / \sqrt{f_y} \\ 125 \text{ mm} / 2 \times 9 \text{ mm} &< 170 / \sqrt{240} \\ 6,9 &< 11 \quad \text{oke} \end{aligned}$$

Web/Badan

$$\begin{aligned} \lambda &< \lambda_p \\ h / tw &< 1680 / \sqrt{f_y} \\ \frac{125 - 2(9 + 12)}{6} &< 1680 / \sqrt{240} \\ 35,67 &< 108,4 \quad \text{oke} \end{aligned}$$

Dapat disimpulkan penampang kompak

Kondisi tumpuan jepit-jepit,  $K = 0,65$

Sumbu x

$$\lambda_x = \frac{L.kx}{rx} = \frac{1000.0,65}{103,7} = 6,26$$

$$\lambda_{cx} = \frac{\lambda_x}{\pi} \times \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{6,26}{3,14} \times \sqrt{\frac{240}{200000}} = 0,0692$$

Sumbu y

$$\lambda_y = \frac{L.ky}{ry} = \frac{1000.0,65}{27,9} = 23,297$$

$$\lambda_{cy} = \frac{\lambda_y}{\pi} \times \sqrt{\frac{fy}{E}} = \frac{23,297}{3,14} \times \sqrt{\frac{240}{200000}} = 0,257$$

Daya dukung Nominal Nn struktur tekan dihitung sebagai berikut:

$$Nn = Ag \cdot fcr = Ag \frac{fy}{\omega}$$

Besar  $\omega$  ditentukan oleh  $\lambda_c$ :

$$\lambda_c < 0,25 \text{ maka } \omega = 1$$

$$0,25 < \lambda_c < 1,2 \text{ maka } \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda_c}$$

$$\lambda_c > 1,2 \text{ maka } \omega = 1,25 \lambda_c$$

Arah Sumbu X

Karena  $\lambda_{cx} < 0,25$  maka,  $\omega_x = 1$

$$\begin{aligned} Nn &= Ag \times fcr \\ &= 37,66 \text{ cm}^2 \times \frac{240}{1} \\ &= 90384 \text{ Kg} \\ \cdot \varphi Nn &= 0,85 \times Nn \\ &= 0,85 \times 90384 \text{ Kg} \\ &= 76,826 \text{ ton} \end{aligned}$$

Arah Sumbu Y

Karena  $0,25 < \lambda_{cy} < 1,2$  maka,

$$\omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \lambda c} = \frac{1,43}{1,6 - 0,67 \times 0,257} = 1,001$$

$$\begin{aligned} N_n &= A_g \times f_{cr} \\ &= 37,66 \text{ cm}^2 \times \frac{240}{1,001} \\ &= 90244,65 \text{ Kg} \\ \phi N_n &= 0,85 \times N_n \\ &= 0,85 \times 90244,65 \text{ Kg} \\ &= 76,71 \text{ ton} \end{aligned}$$

Maka kolom Mampu menahan gaya Pu

Kontrol Interaksi

$$\frac{N_u}{\phi N_n} = \frac{1,862}{76,71} = 0,024$$

Karena  $\frac{N_u}{\phi N_n} < 0,2$ , maka kontrol interaksi menggunakan

$$\frac{N_u}{2\phi N_n} + \left( \frac{M_u}{\phi M_n} \right) \leq 1$$

$$\frac{1,862}{2 \times 76,71} + \left( \frac{2,284}{7,6} \right) \leq 1$$

$$0,31 \leq 1 \text{ (oke)}$$

Kontrol interaksi momen dan geser

$$\frac{M_u}{\phi M_u} + 0,625 \left( \frac{V_u}{\phi V_n} \right) = 0,29416 < 1,375 \text{ (oke)}$$

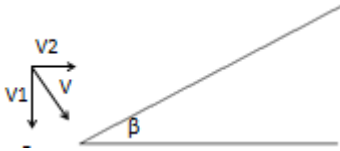
Perhitungan Sambungan

Sambungan S1

Dari SAP diperoleh

$$M_u = 1274,6 \text{ Kgm}$$

$$V_u = 763,26 \text{ Kg}$$



$$V = 763,26 \text{ Kg}$$

$$V_1 = V \cos 14 = 763,26 \cos 14^\circ = 740,58 \text{ Kg}$$

$$V_2 = V \sin 14 = 763,26 \sin 14^\circ = 184,65 \text{ Kg}$$

Direncanakan sambungan baut menggunakan metode titik putar:

$$\Phi_{\text{baut}} = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu A325} \rightarrow f_y = 585 \text{ Mpa} ; f_u = 825 \text{ Mpa}$$

$$\text{Pelat tebal} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu BJ 37} \rightarrow f_y = 240 \text{ Mpa} ; f_u = 370 \text{ Mpa}$$

$$- A_b = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \pi \times 1,4^2 = 1,54 \text{ cm}^2$$

Syarat Jarak Baut

Jarak antar baut =

$$3d_b < S < 15 \text{ tp atau } 200 \text{ mm}$$

$$3 \times 14 < S < 15 \times 8 \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$42 \text{ mm} < S < 120 \text{ mm atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar baut diambil} = 110 \text{ mm}$$

Jarak baut dengan tepi

$$1,5d_b < S < 12 \text{ tp dan } 150 \text{ mm}$$

$$1,5 \times 14 < S < 12 \times 8 \text{ atau } 150 \text{ mm}$$

$$21 \text{ mm} < S < 96 \text{ mm atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak baut diambil} = 70 \text{ mm dan } 37,5 \text{ mm}$$

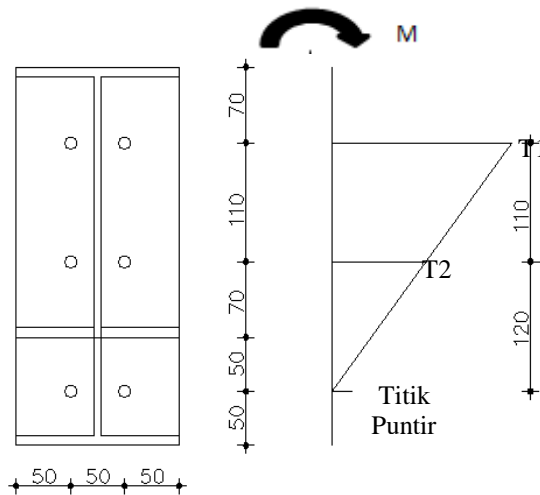
Kuat Rencana Baut

Kuat Geser Baut (Vd)

$$\begin{aligned}\emptyset Vd &= 0,75 \times 0,4 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,4 \times 8250 \times 1 \times 1,54 \\ &= 3812 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kuat Tarik baut (Td)

$$\begin{aligned}\emptyset Td &= 0,75 \times 0,75 \times f_u \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,75 \times 8250 \times 1,54 \\ &= 7147 \text{ Kg}\end{aligned}$$



Gambar 4. 34 Sambungan S1

$$D1 = 230 \text{ mm}$$

$$D2 = 120 \text{ mm}$$

$$Tu_{\max} = \frac{Mu \times d_{\max}}{\sum d^2} = \frac{127460 \times 23}{2 \times 673} = 2177,99 \text{ Kg}$$

Kontrol tumpu

$$Tu = 2177,99 \text{ Kg} < 7147 \text{ Kg} \text{ oke}$$

Kontrol Geser

$$V_u = 740,58 \text{ Kg}$$

$$V_u = \frac{740,58}{6} = 123,43 \text{ Kg}$$

$$V_u = 123,43 \text{ Kg} < 3812 \text{ Kg} \quad \text{oke}$$

Sambungan Las Pelat

Ukuran Tebal Minimum Las Sudut

$$t \leq 7 \text{ mm} \rightarrow \text{tebal las} = 3 \text{ mm}$$

$$7 < t \leq 10 \rightarrow \text{tebal las} = 4 \text{ mm}$$

$$10 < t \leq 15 \rightarrow \text{tebal las} = 5 \text{ mm}$$

$$15 < t \rightarrow \text{tebal las} = 6 \text{ mm}$$

Tebal Pelat = 8 mm, maka dipakai tebal las = 4mm

Panjang Las pada profil =  $h - 2t_f = 250 - 2 \times 9 = 232 \text{ mm}$

Panjang las tambahan =  $100 - t_f = 91 \text{ mm}$

Panjang total las =  $232 + 91 = 323 \text{ mm}$

$$T_e = 0,707 \times a = 0,707 \times 4 = 2,83 \text{ mm}$$

$$f_{uw} = 490 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

Kuat Rencana Las Sudut per mm Panjang

$$\emptyset R_n = 0.75 \times t_e \times (0.6 f_{uw})$$

$$= 0.75 \times 2,83 \times (0.6 \times 490)$$

$$= 623,574 \text{ N/mm}$$

Kuat Rencana Runtuh Geser Pelat

$$\emptyset R_n = 0.75 \times t \times (0.6 f_u)$$

$$= 0.75 \times 8 \times (0.6 \times 370)$$

$$= 1332 \text{ N/mm}$$

Maka kuat rencana las sudut menentukan

Beban  $V_u = 740,58 \text{ Kg}$

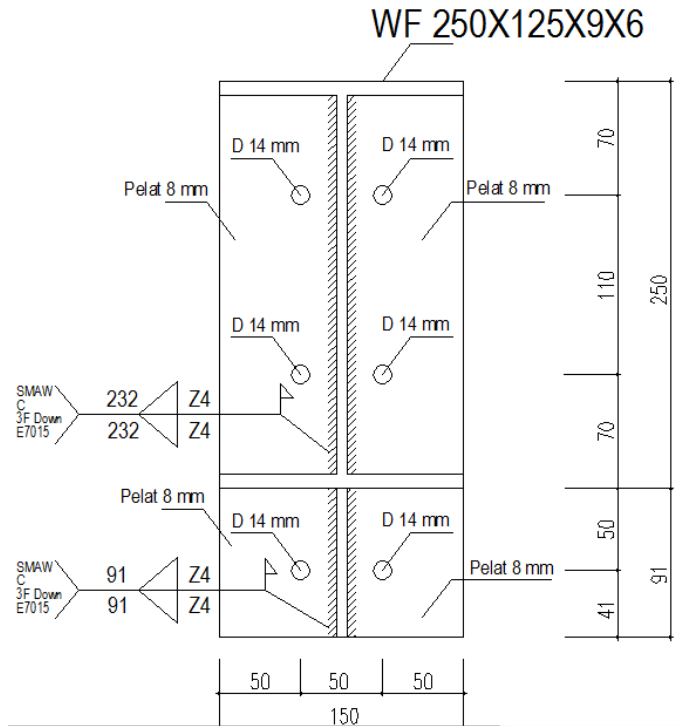
$P_u$  per mm



$$R_u = \frac{Vu}{2 \times L_w} = \frac{740,58}{2 \times 323} = 11,5 \text{ N/mm} < 624 \text{ N/mm (oke)}$$

Beban  $M_u = 1275 \text{ Kg}$

$$R_u = \frac{M_u}{2 \times M_w} = \frac{1275}{2 \times \frac{1}{6} \times 1 \times 323^2} = 366,5 \text{ N/mm} < 624 \text{ N/mm (oke)}$$



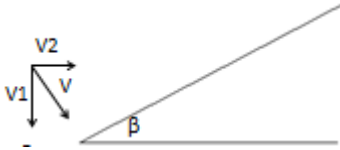
Gambar 4. 35 Sambungan S1

## Sambungan S2

Dari SAP diperoleh

$M_u = 1895,73 \text{ Kgm}$

$V_u = 996,36 \text{ Kg}$



$V = 996,36 \text{ Kg}$

$V_1 = V \cos 14 = 996,4 \cos 14^\circ = 966,763 \text{ Kg}$

$V_2 = V \sin 14 = 996,4 \sin 14^\circ = 241,0413 \text{ Kg}$

Direncanakan sambungan baut menggunakan metode titik putar:

$\Phi_{\text{baut}} = 14 \text{ mm}$

Mutu A325  $\rightarrow f_y = 585 \text{ Mpa}$  ;  $f_u = 825 \text{ Mpa}$

Pelat tebal = 8 mm

Mutu BJ 37  $\rightarrow f_y = 240 \text{ Mpa}$  ;  $f_u = 370 \text{ Mpa}$

$$- A_b = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \pi \times 1,4^2 = 1,54 \text{ cm}^2$$

## Syarat Jarak Baut

Jarak antar baut =

$3d_b < S < 15 t_p$  atau 200mm

$3 \times 14 < S < 15 \times 8$  atau 200 mm

$42 \text{ mm} < S < 120 \text{ mm}$  atau 200mm

Jarak antar baut diambil = 110 mm

Jarak baut dengan tepi

$$1,5db < S < 12 \text{ tp dan } 150\text{mm}$$

$$1,5 \times 14 < S < 12 \times 8 \text{ atau } 150 \text{ mm}$$

$$21 \text{ mm} < S < 96 \text{ mm atau } 200\text{mm}$$

Jarak baut diambil = 70 mm

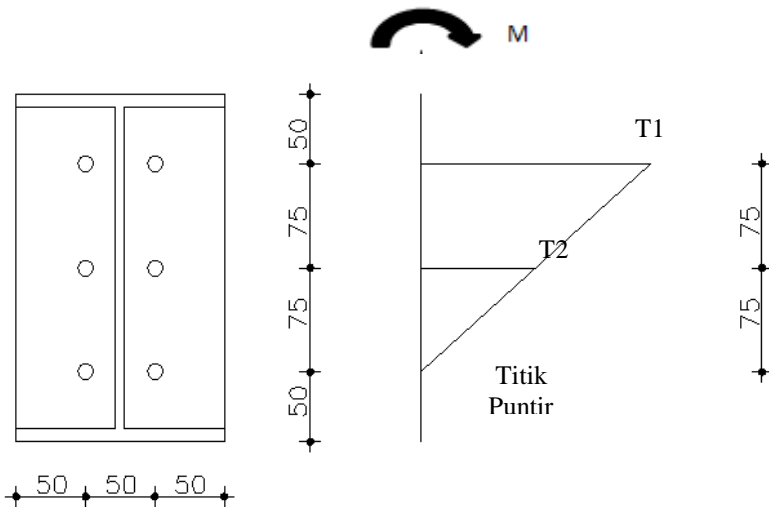
Kuat Rencana Baut

Kuat Geser Baut (Vd)

$$\begin{aligned} \emptyset Vd &= 0,75 \times 0,4 \times fu \times m \times Ab \\ &= 0,75 \times 0,4 \times 8250 \times 1 \times 1,54 \\ &= 3812 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kuat Tarik baut (Td)

$$\begin{aligned} \emptyset Td &= 0,75 \times 0,75 \times fu \times Ab \\ &= 0,75 \times 0,75 \times 8250 \times 1,54 \\ &= 7147 \text{ Kg} \end{aligned}$$



Gambar 4. 36 Sambungan S2

D1= 150 mm

$$T_u \max = \frac{Mu \times d \max}{\Sigma d^2} = \frac{189573 \times 15}{2 \times 673} = 3239,36 \text{ Kg}$$

Kontrol tumpu

$$T_u = 3239,36 \text{ Kg} < 7147 \text{ Kg} \text{ oke}$$

Kontrol Geser

$$P_u = 966,8 \text{ Kg}$$

$$V_u = \frac{966,8}{6} = 161,1 \text{ Kg}$$

$$V_u = 161,1 \text{ Kg} < 3812 \text{ Kg} \text{ oke}$$

Sambungan Las Pelat

Ukuran Tebal Minimum Las Sudut

$$t \leq 7 \text{ mm} \rightarrow \text{tebal las} = 3 \text{ mm}$$

$$7 < t \leq 10 \rightarrow \text{tebal las} = 4 \text{ mm}$$

$$10 < t \leq 15 \rightarrow \text{tebal las} = 5 \text{ mm}$$

$$15 < t \rightarrow \text{tebal las} = 6 \text{ mm}$$

Tebal Pelat = 8 mm, maka dipakai tebal las = 4mm

$$\text{Panjang Las pada profil} = h - 2tf = 250 - 2 \times 9 = 232 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang las tambahan} = 100 - tf = 91 \text{ mm}$$

$$\text{Panjang total las} = 232 + 91 = 323 \text{ mm}$$

$$T_e = 0,707 \times a = 0,707 \times 4 = 2,83 \text{ mm}$$

$$f_{uw} = 490 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

Kuat Rencana Las Sudut per mm Panjang

$$\emptyset R_n = 0.75 \times t_e \times (0.6 f_{uw})$$

$$= 0.75 \times 2,83 \times (0.6 \times 490)$$

$$= 623,574 \text{ N/mm}$$

Kuat Rencana Runtuh Geser Pelat

$$\emptyset R_n = 0.75 \times t \times (0.6 f_u)$$

$$= 0.75 \times 8 \times (0.6 \times 370)$$

$$= 1332 \text{ N/mm}$$

Maka kuat rencana las sudut menentukan

Beban  $P_u = 967 \text{ Kg}$

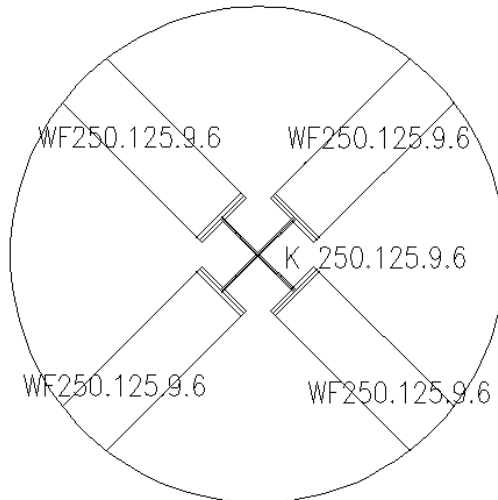
$P_u$  per mm

$$R_u = \frac{P_u}{2 \times L_w} = \frac{967}{2 \times 323} = 15 \text{ N/mm} < 624 \text{ N/mm (oke)}$$

Beban  $M_u = 1896 \text{ Kg}$

$$R_u = \frac{M_u}{2 \times M_w} = \frac{1896,73}{2 \times \frac{1}{6} \times 1 \times 323^2} = 545,1 \text{ N/mm} < 624 \text{ N/mm (oke)}$$

Kontrol Profil Sambungan



Gambar 4. 37 Sambungan Pucuk S2

$Mu1 = 1,89 \text{ tm}$	$Vu1 = 0,966 \text{ t}$
$Mu 2 = 1,877 \text{ tm}$	$Vu2 = 0,912 \text{ t}$
$Mu3 = 1,702 \text{ tm}$	$Vu3 = 0,857 \text{ t}$
$Mu4 = 1,716 \text{ tm}$	$Vu4 = 0,916 \text{ t}$

$$Mu \text{ total } 1 = 1,877 + 1,89 = 3,77 \text{ tm}$$

$$\text{Mu total 2} = 1,716 + 1,702 = 3,418 \text{ tm}$$

$$\text{Mu total maksimum} = 3,77 \text{ tm}$$

Direncanakan profil : K 250.125.9.6

$$H = 250 \text{ mm} \quad Z_x = 351861 \text{ mm}^3$$

$$B = 125 \text{ mm}$$

$$T_w = 6 \text{ mm}$$

$$T_f = 9 \text{ mm}$$

$$r = 13 \text{ mm}$$

$$A = 75.32 \text{ cm}^2$$

➤ Hitung Momen nominal ( $M_n$ ) pengaruh local buckling

• Syarat Kelangsingan Profil :

Flens/Sayap

$$\begin{array}{llll} \lambda & < & \lambda_p & \\ \text{bf} / 2 \times \text{tf} & < & 170 / \sqrt{f_y} & \\ 125 \text{ mm} / 2 \times 9 \text{ mm} & < & 170 / \sqrt{240} & \\ 6,9 & < & 11 & \text{oke} \end{array}$$

Web/Badan

$$\begin{array}{llll} \lambda & < & \lambda_p & \\ h / t_w & < & 1680 / \sqrt{f_y} & \\ \frac{125 - 2(9 + 12)}{6} & < & 1680 / \sqrt{240} & \\ 35 & < & 108.4 & \text{oke} \end{array}$$

Dapat disimpulkan penampang kompak

• Momen Nominal Penampang :

Tekuk Lokal

Profil penampang kompak,

Momen nominal ( $M_n$ ) = tahanan momen nominal plastis ( $M_p$ )

$$\text{Mu} = 1,549 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mn} &= Z_x \times f_y \\ &= 351861 \text{ mm}^3 \times 240 \text{ Mpa} \\ &= 8,44 \text{ Tm} \end{aligned}$$

$$\Phi \text{ Mn} = 0,9 \times \text{Mn}$$

$$= 0,9 \times 8,44 \text{ Tm}$$

$$= 7,6 \text{ Tm}$$

$M_u < \Phi M_n$  (Oke)

Perhitungan Kekuatan Geser

$$V_u = 1,16 \text{ T}$$

$$h_w = 250 - (2 \times (9+13)) = 208 \text{ mm}$$

$$A_w = 208 \times 6 = 1248 \text{ mm}^2$$

$$\frac{h_w}{t_w} = 34,3 < 6,36 \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 410,536$$

$$V_n = 0,6 f_y A_w = 0,6 \times 240 \times 1248 = 177984 \text{ N}$$

$$\Phi V_n = 0,9 \times 177984 \text{ N} = 16,02 \text{ T}$$

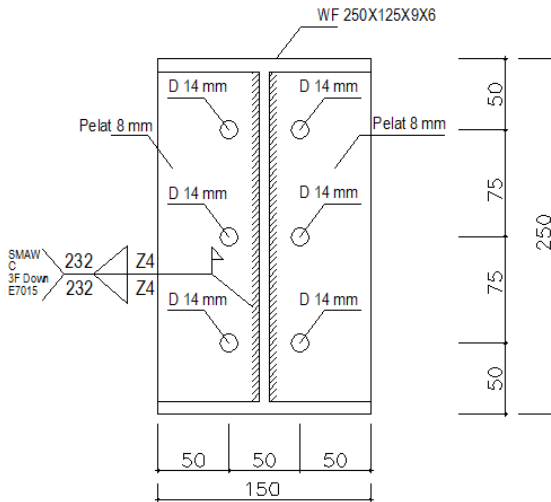
$\Phi V_n > V_u$  oke

Kontrol interaksi momen dan geser

$$\frac{M_u}{\Phi M_u} + 0,625 \frac{V_u}{\Phi V_u} < 1,375$$

$$\frac{1,549}{7,5} + 0,625 \frac{1,59}{16,1} < 1,375$$

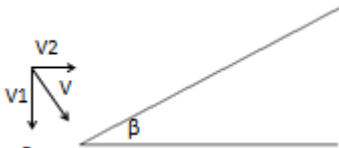
$0,237 < 1,375$  oke



Gambar 4. 38 Sambungan S2

## Sambungan S3

Dari SAP diperoleh  
 $M_u = 1248,11 \text{ Kgm}$   
 $V_u = 27,11 \text{ Kg}$





$$V = 27,11 \text{ Kg}$$

$$V1 = V \cos 20 = 27,11 \cos 20^{\circ} = 25,4 \text{ Kg}$$

$$V2 = V \sin 20 = 27,11 \sin 20^{\circ} = 9,27 \text{ Kg}$$

Direncanakan sambungan baut menggunakan metode titik putar:

$$\Phi_{\text{baut}} = 14 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu A325} \rightarrow f_y = 585 \text{ Mpa} ; f_u = 825 \text{ Mpa}$$

$$\text{Pelat tebal} = 8 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu BJ 37} \rightarrow f_y = 240 \text{ Mpa} ; f_u = 370 \text{ Mpa}$$

$$- A_b = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \pi \times 1,4^2 = 1,54 \text{ cm}^2$$

Syarat Jarak Baut

Jarak antar baut =

$$3d_b < S < 15 \text{ tp atau } 200 \text{ mm}$$

$$3 \times 14 < S < 15 \times 8 \text{ atau } 200 \text{ mm}$$

$$42 \text{ mm} < S < 120 \text{ mm atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar baut diambil} = 100 \text{ mm}$$

Jarak baut dengan tepi

$$1,5d_b < S < 12 \text{ tp dan } 150 \text{ mm}$$

$$1,5 \times 14 < S < 12 \times 8 \text{ atau } 150 \text{ mm}$$

$$21 \text{ mm} < S < 96 \text{ mm atau } 200 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak baut diambil} = 50 \text{ mm}$$

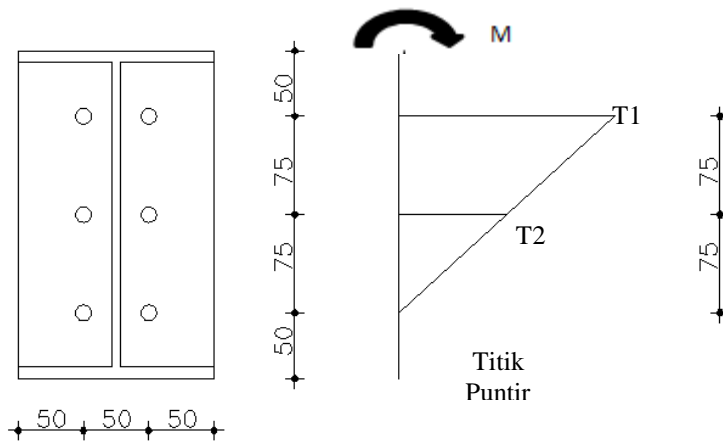
Kuat Rencana Baut

Kuat Geser Baut (Vd)

$$\begin{aligned} \emptyset V_d &= 0,75 \times 0,4 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,4 \times 8250 \times 1 \times 1,54 \\ &= 3812 \text{ Kg} \end{aligned}$$

Kuat Tarik baut (Td)

$$\begin{aligned} \emptyset T_d &= 0,75 \times 0,75 \times f_u \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,75 \times 8250 \times 1,54 \\ &= 7147 \text{ Kg} \end{aligned}$$



Gambar 4. 39 Sambungan S3

$$D1 = 150 \text{ mm}$$

$$Tu \text{ max} = \frac{Mu \times d \text{ max}}{\Sigma d^2} = \frac{2 \times 1248 \times 100 \times 15}{2 \times 281,25} = 6656,58 \text{ Kg}$$

Kontrol tumpu

$$Tu = 6656,58 \text{ Kg} < 7146,56 \text{ Kg} \text{ oke}$$

Kontrol Geser

$$Vu = 25,475 \text{ Kg}$$

$$Vu = \frac{25,475 \times 2}{6} = 8,49 \text{ Kg}$$

$$Vu = 8,49 \text{ Kg} < 3812 \text{ Kg} \text{ oke}$$

Sambungan Las Pelat

Ukuran Tebal Minimum Las Sudut

$$t \leq 7 \text{ mm} \rightarrow \text{tebal las} = 3 \text{ mm}$$

$$7 < t \leq 10 \rightarrow \text{tebal las} = 4 \text{ mm}$$

$10 < t \leq 15 \rightarrow$  tebal las = 5 mm

$15 < t \rightarrow$  tebal las = 6 mm

Tebal Pelat = 8 mm, maka dipakai tebal las = 5 mm

Panjang Las pada profil =  $h - 2tf = 250 - 2 \times 9 = 232$  mm

$T_e = 0,707 \times a = 0,707 \times 5 = 3,54$  mm

$f_{uw} = 490$  Mpa

$f_y = 240$  Mpa

Kuat Rencana Las Sudut per mm Panjang

$$\begin{aligned} \emptyset R_n &= 0.75 \times t_e \times (0.6 f_{uw}) \\ &= 0.75 \times 3,54 \times (0.6 \times 490) \\ &= 779,468 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

Kuat Rencana Runtuh Geser Pelat

$$\begin{aligned} \emptyset R_n &= 0.75 \times t \times (0.6 f_u) \\ &= 0.75 \times 8 \times (0.6 \times 370) \\ &= 1332 \text{ N/mm} \end{aligned}$$

Maka kuat rencana las sudut menentukan

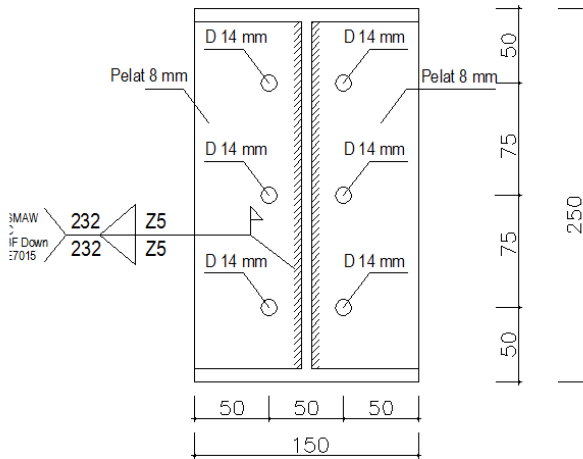
Beban  $V_u = 51$  Kg

$P_u$  per mm

$$R_u = \frac{V_u}{2 \times L_w} = \frac{2 \times 25,5}{2 \times 323} = 0,79 \text{ N/mm} < 779 \text{ N/mm (oke)}$$

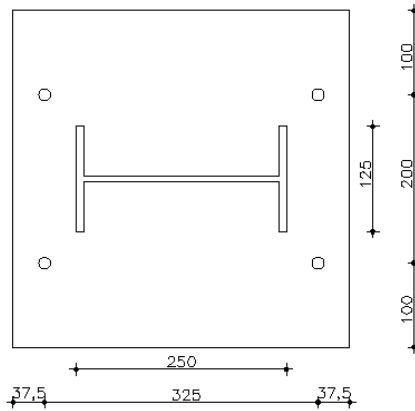
Beban  $M_u = 1248$  Kg

$$R_u = \frac{M_u}{2 \times M_w} = \frac{1 \times 1248}{2 \times \frac{1}{6} \times 1 \times 232^2} = 358,9 \text{ N/mm} < 779 \text{ N/mm (oke)}$$



Gambar 4. 40 Sambungan S3

Perhitungan Pelat Landas



Gambar 4. 41 Pelat Landas

$P_u = 1844,74 \text{ Kg}$

$M_u = 1978,32 \text{ Kg}$

$V_u = 2165.83 \text{ Kg}$

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

Dimensi kolom pedestal

$$b = 40 \text{ cm}$$

$$h = 40 \text{ cm}$$

$$A = 1600 \text{ cm}^2$$

Mutu BJ 37  $\rightarrow f_y = 240 \text{ Mpa}$  ;  $f_u = 370 \text{ Mpa}$

Perencanaan Dimensi Pelat

$$A = \frac{P_u}{0,85 \times f_c} = \frac{1845}{0,85 \times 30} = 723 \text{ mm}^2$$

$$A_{\text{kolom}} = 160000 > 723 \text{ mm}^2$$

Perhitungan Tebal Pelat Landas

$$F_{pu} = 0,85 f_c = 0,85 \times 30 = 25,5$$

$$W_{\text{pelat}} = 1/6 b t p^2 = 1/6 \times 400 t p^2 = 66,7 t p^2$$

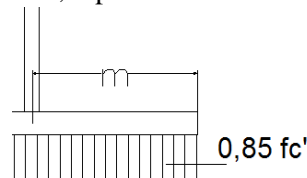
Tebal Perlu:

$$f_y > M / w$$

$$f_y > \frac{1/2 \times 0,85 f_c \times m^2}{66,7 t p^2}$$

$$240 > \frac{1/2 \times 0,85 \times 30 \times 75^2}{66,7 t p^2}$$

$$t p^2 > \frac{71718,75}{16000}$$



$$t p = 2,11 \text{ mm} \rightarrow \text{diambil} = 20 \text{ mm}$$

Penghitungan Angkur

Perhitungan Diameter Angkur

Direncanakan diameter = 12 mm

$n = 4$  buah

BJ 37  $\rightarrow f_u = 370 \text{ Mpa}$

Jarak ke tepi =  $1,5 D = 1,5 \times 12 = 18 \text{ mm}$   $\rightarrow$  diambil = 37,5 mm

Perhitungan gaya  $V_u$  pada baut

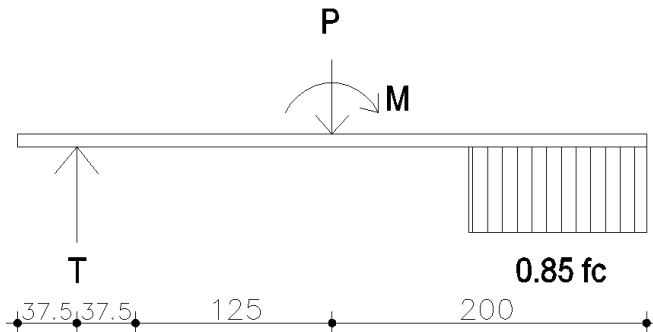
$$V_u = 2165,83 \text{ Kg}$$

$$V_{ub} = \frac{2165,83}{4} = 5415 \text{ N}$$

Kuat Geser Baut ( $V_d$ )

$$\begin{aligned} \phi V_d &= 0,75 \times 0,4 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,4 \times 370 \times 1 \times 113 \\ &= 12553,804 \text{ N} > V_u \text{ (oke)} \end{aligned}$$

Perhitungan Gaya Tu pada baut



Gambar 4. 42 Gaya pada pelat landas

$$\Sigma V = 0$$

$$T - P - 0.85 \text{ fc } b a = 0$$

$$\Sigma M_T = 0$$

$$P \times 162,5 + M - 0,85 \text{ fc } a b (362,5 - 1/2 a)$$

$$5100 \text{ Nmm} \cdot a^2 - 3697500 \text{ Nmm} \cdot a + 22780902,5 \text{ Nmm} = 0$$

$$a_1 = 718,8 \text{ mm}$$

$$a_2 = 6,214 \text{ mm}$$

$$a \text{ dipakai} = 6,21 \text{ mm}$$

$$\Sigma V = 0$$

$$T - 18447,4 - 0.85 \times 30 \times 400 \times 6,21 = 0$$

$$T = -44939,8 \text{ N}$$

$$T_u = 4493,98 \text{ Kg} / 2 \text{ sisi} = 2246,99 \text{ Kg}$$

Kuat Tarik baut ( $T_d$ )

$$\begin{aligned} \emptyset T_d &= 0,75 \times 0,75 \times f_u \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,75 \times 370 \times 113 \\ &= 23538,383 \text{ Kg} > T_u \text{ (oke)} \end{aligned}$$

Panjang Penyaluran Tekan

$$L_{dc} = \frac{0,02 \times A_b \times f_y}{\sqrt{f_c}} = 99,113 \text{ mm}$$

$$L_{dc} = 0,043 \times d_b \times f_y = 124 \text{ mm}$$

$$L_{dc} \geq 200 \text{ mm}$$

Jadi angkur digunakan 4 D12 dengan panjang 200 mm

Perhitungan Kolom Pedestal

Data-data perencanaan struktur kolom pedestal

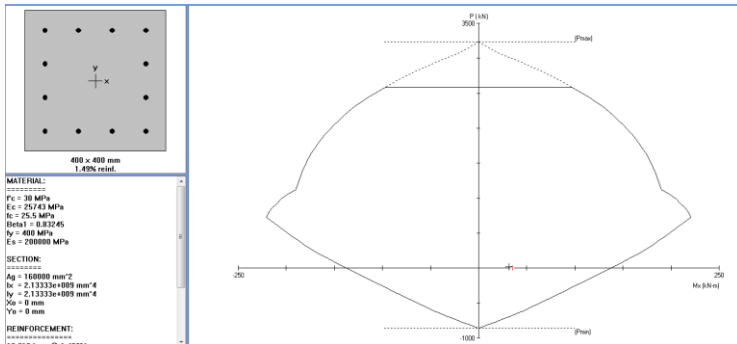
- Mutu beton,  $f'_c$  : 30 MPa
- Mutu baja tulangan,  $f_y$  : 400 MPa
- Dimensi balok : 400 x 400 mm
- Bentang balok ( $L$ ) : 1 m
- Rencana Tulangan : D16
- Cover : 40 mm

Output Gaya hasil SAP :

$$M_u = 3142,36 \text{ Kgm}$$

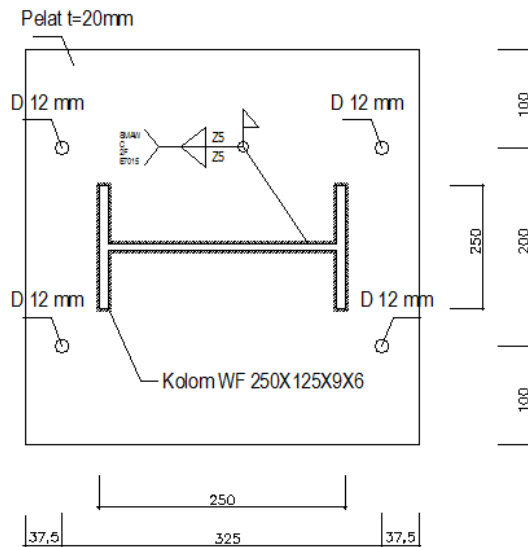
$$P_u = 2200,39 \text{ Kg}$$

Dengan menggunakan program PCA Col maka didapat diagram interaksi antara  $P_u$  dan  $M_u$



Gambar 4. 43 Interaksi Pu dan Mu Kolom Pedestal

Didapat dari program PCA COL dengan konfigurasi tulangan 12 D16 dengan  $\rho = 1,49\%$

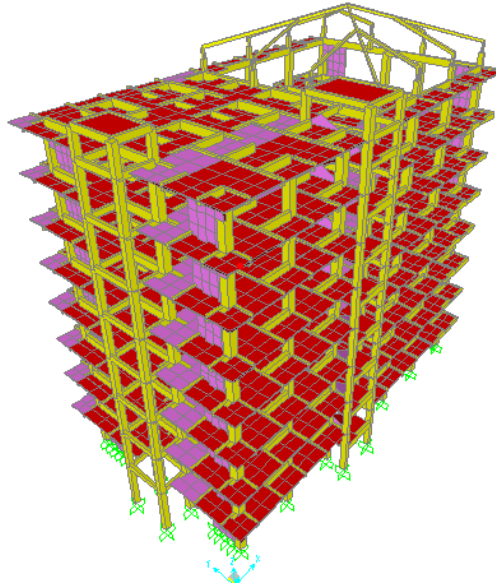


Gambar 4. 44 Sambungan kolom Pedestal

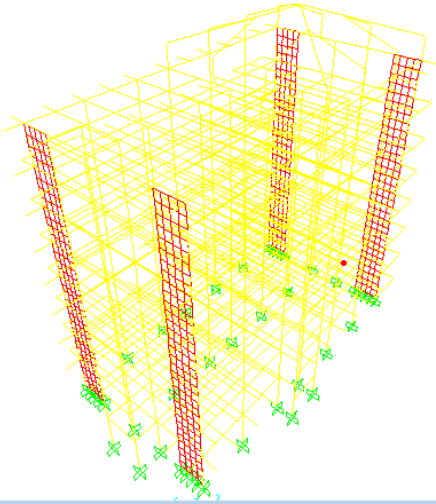


#### 4.4. Analisa Permodelan

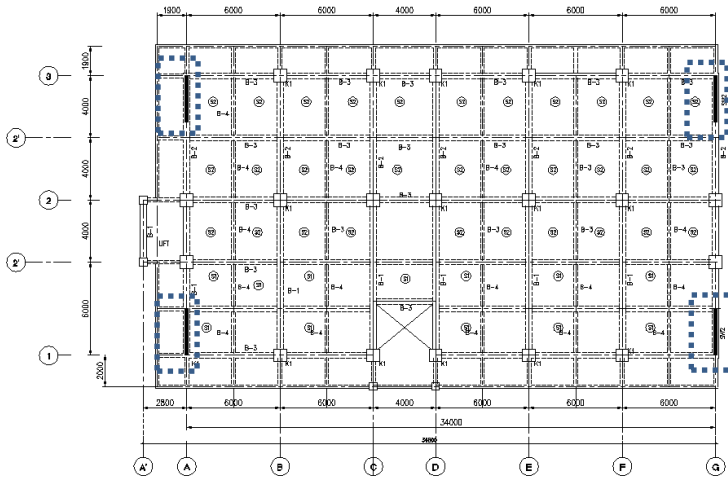
Untuk mendapatkan gaya-gaya yang terjadi akibat beban dapat menggunakan berbagai cara, salah satu cara yaitu memodelkan bangunan tersebut menggunakan software SAP 2000.



Gambar 4. 45 Gambar Permodelan Struktur 3D



Gambar 4. 46 Permodelan Struktur Tampak Lokasi Shearwall



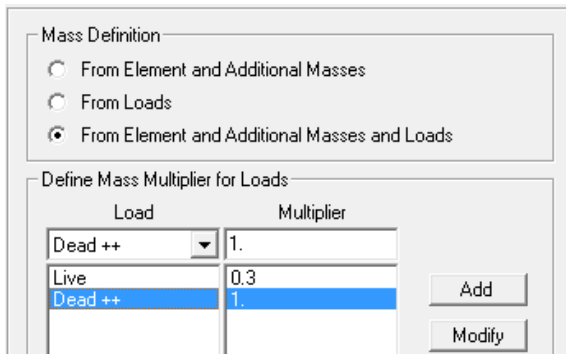
Gambar 4. 47 Gambar Lokasi Dinding Geser

## Besaran Massa

Besaran massa yang digunakan yaitu

Beban Dead++ : multiplier 1.0

Beban Live : multiplier 0.3



Gambar 4. 48 Mass source pada SAP 2000

### 4.4.1 Peninjauan Terhadap Pengaruh Gempa

Pembebanan gempa horizontal dibagi menjadi dua arah yaitu:

Gempa arah x dengan komposisi 100% Ex + 30% Ey

Gempa arah y dengan komposisi 100% Ey + 30% Ex

### 4.4.2 Faktor Skala Gaya beban Gempa Respon Spektrum

Faktor skala gaya gempa diambil dari persamaan sebagai berikut:

$$\text{Faktor Pembebanan} = \frac{I}{R} \cdot g$$

Gempa X struktur SRPM

$$\text{Faktor arah x} = \frac{1.5}{8} \cdot 9,8 = 1.8375$$

$$\text{Faktor arah y} = \frac{30}{100} \cdot 1.8375 = 0.55125$$

Gempa Y struktur SRPM dan Dinding Geser

$$\text{Faktor arah x} = \frac{1.5}{7} \cdot 9,8 = 2.1$$

$$\text{Faktor arah y} = \frac{30}{100} \cdot 2.1 = 0.63$$

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Respons Ma	1.8375
Accel	U1	Respons Malang	1.8375
Accel	U2	Respons Malang	0.551

Gambar 4. 49 Faktor Skala Gaya Arah X

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Respons Ma	0.63
Accel	U1	Respons Malang	0.63
Accel	U2	Respons Malang	2.1

Gambar 4. 50 Faktor Skala Gaya Arah Y

#### 4.4.3 Kontrol Partisipasi Massa

Menurut SNI 1726 2012 ps 7.9.1, perhitungan respon dinamik struktur harus menyertakan jumlah ragam yang cukup sehingga didapatkan partisipasi massa ragam terkombinasi paling sedikit sebesar 90% dari massa aktual dari masing-masing arah.

Tabel 4. 14 Tabel Periode dan Partisipasi Masa

<b>TABLE: Modal Participating Mass Ratios</b>					
<b>OutputCase</b>	<b>StepType</b>	<b>StepNumber</b>	<b>Period</b>	<b>SumUX</b>	<b>Sum Uy</b>
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	1.387779	0.799	3.18E-05
MODAL	Mode	2	1.049945	0.799	0.748
MODAL	Mode	3	0.868473	0.799	0.775
MODAL	Mode	4	0.431093	0.906	0.775
MODAL	Mode	5	0.316253	0.906	0.893
MODAL	Mode	6	0.260334	0.906	0.897
MODAL	Mode	7	0.232305	0.945	0.897
MODAL	Mode	8	0.219804	0.949	0.897
MODAL	Mode	9	0.215397	0.949	0.898
MODAL	Mode	10	0.169233	0.949	0.941
MODAL	Mode	11	0.149165	0.971	0.941
MODAL	Mode	12	0.114026	0.971	0.97
MODAL	Mode	13	0.103599	0.988	0.97

MODAL	Mode	14	0.06686 8	0.99	0.99
MODAL	Mode	15	0.06606 5	0.999	0.996

#### 4.4.4 Kontrol Periode Fundamental

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu bergoyang atau terlalu fleksibel, sehingga nilai waktu getar alami fundamental (T) dari struktur gedung harus dibatasi. Berdasarkan SNI 03-1726-2012, perioda fundamental struktur harus ditentukan dari:

$$T_a = C_t \cdot h_n^x$$

Dimana :

- $h_n$  = ketinggian struktur
- $C_t$  = parameter pendekatan tipe struktur
- $x$  = parameter pendekatan tipe struktur

TipeStruktur	$C_t$	$x$
Sistem rangka pemikul momen dimana rangka memikul 100 persen gaya seismik yang disyaratkan dan tidak dilingkupi atau dihubungkan dengan komponen yang lebih kaku dan akan mencegah rangka dari defleksi jika dikenai gaya gempa:		
Rangka baja pemikul momen	0.0724 <sup>a</sup>	0.8
Rangka beton pemikul momen	0.0466 <sup>a</sup>	0.9
Rangka baja dengan bresing eksentris	0.0731 <sup>a</sup>	0.75
Rangka baja dengan bresing terkekang terhadap tekuk	0.0731 <sup>a</sup>	0.75
Semua sistem struktur lainnya	0.0488 <sup>a</sup>	0.75

Dengan batas atas perioda fundamental struktur sebesar:

$$T_{a \text{ atas}} = C_u \cdot T_{\text{batasbawah}}$$

Pada mode 1 struktur SRPM

$$T_a = 0.0466 \times 38.275^{0.9} = 1.239$$

$$T = 1.4 \times 1.239 = 1.734$$

$$T \text{ pada SAP} = 1.388$$

$$1.239 < 1.388 < 1.734 \text{ (oke)}$$

Pada mode 2 struktur SRPM dan dinding geser

$$T_a = 0.0488 \times 38.275^{0.75} = 0.751$$

$$T = 1.4 \times 0.751 = 1.051$$

$$T \text{ pada SAP} = 1.049$$

$$0.751 < 1.049 < 1.051 \text{ (oke)}$$

Tabel 4. 15 Modal period

TABLE: Modal Participating Mass Ratios				
OutputCase	StepType	StepNum	Period	SumUX
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless
MODAL	Mode	1	1.387779	0.799
MODAL	Mode	2	1.049945	0.799

#### 4.4.5 Kontrol Gaya Geser Dasar

Berdasarkan SNI 03-1726-2012, nilai akhir respon dinamik struktur gedung dalam arah yang ditetapkan tidak boleh kurang dari 85% nilai respons statik.

Menentukan nilai CS

$$C_s = \frac{S_d s}{R}$$

Nilai Cs maksimum

$$C_s = \frac{Sds}{T \frac{R}{i}}$$

Nilai  $C_s$  minimum

$$C_s = 0.44 Sds \quad I \geq 0.01$$

$$Sds = 0.58$$

$$Sd1 = 0.32$$

$$I = 1.5$$

Nilai  $C_s$

$C_s$  untuk SRPM

$$C_s = \frac{Sds}{\frac{R}{i}} = C_s = \frac{0.58}{\frac{8}{1.5}} = 0.108$$

$C_s$  untuk SRPM dan Dinding Geser

$$C_s = \frac{Sds}{\frac{R}{i}} = C_s = \frac{0.58}{\frac{7}{1.5}} = 0.124$$

Nilai  $C_s$  Maksimum

$C_s$  untuk SRPM

$$C_s = \frac{Sds}{T \frac{R}{i}} = C_s = \frac{0.32}{1.44 \times \frac{8}{1.5}} = 0.06531$$

$C_s$  untuk SRPM dan Dinding Geser

$$C_s = \frac{Sds}{T \frac{R}{i}} = C_s = \frac{0.32}{1.022 \times \frac{7}{1.5}} = 0.043$$

Nilai  $C_s$  Minimum

$$0,004 Sds \quad I = 0,004 \times 0,58 \times 1,5 = 0,00348$$

Maka nilai  $C_s$  yang diambil adalah

$$C_s \text{ SRPM} = 0.0631$$

$$C_s \text{ SRPM dan Dinding Geser} = 0.043$$



## Perhitungan Gaya Geser Dasar

Tabel 4. 16 Nilai Wt

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	GlobalFX	GlobalFY	GlobalFZ
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf
1D + 1L	Combination	-4.716E-08	6.428E-08	7681731

$$\begin{aligned}
 V_x &= C_s \cdot W_t \\
 &= 0.06531 \times 7681731 \text{ kg} \\
 &= 332116,2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_y &= C_s \cdot W_t \\
 &= 0.043 \times 7681731 \text{ kg} \\
 &= 501690,3 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0,85 V_x &= 0.85 \times 332116,2 \text{ kg} \\
 &= 282298,2 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 0,85 V_y &= 0.85 \times 501690,3 \text{ kg} \\
 &= 4246436,8 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. 17 Gaya geser gempa hasil SAP

TABLE: Base Reactions				
OutputCase	CaseType	StepType	GlobalFX	GlobalFY
Text	Text	Text	Kgf	Kgf
Gempa X	LinRespSpec	Max	236304.66	86669.25
Gempa Y	LinRespSpec	Max	81116.88	330050.8

Maka:

Arah x

$$\begin{aligned}
 V_x &> 0.85 V \\
 236304,7 \text{ Kg} &> 282298,2 \text{ Kg} \quad (\text{tidak oke})
 \end{aligned}$$

Arah y

$$V_y > 0.85 \text{ V}$$

$$330050,8 \text{ Kg} > 4246436,8 \text{ Kg} \text{ (tidak oke)}$$

Karena gaya geser dari respons spektrum belum memenuhi syarat, maka angka perbesaran respons spektrum perlu diperbesar. Perbesaran Skala Gaya Gempa Respon Spektrum yaitu:

Arah x:

$$\frac{282298,2 \text{ Kg}}{236304,7 \text{ Kg}} = 1.19$$

$$100\% = 1.8375 \times 1.19 = 2.19 \approx 2.2$$

$$30\% = 0.55125 \times 1.19 = 0.65 \approx 0.7$$

Arah y:

$$\frac{4246436,8 \text{ Kg}}{330050,8 \text{ Kg}} = 1.29$$

$$100\% = 2.1 \times 1.29 = 2.71 \approx 2.7$$

$$30\% = 0.63 \times 1.29 = 0.813 \approx 0.9$$

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Respons Ma	2.2
Accel	U1	Respons Malang	2.2
Accel	U2	Respons Malang	0.7

Add  
Modify

Gambar 4. 51 Perubahan Faktor Gaya Arah X

Load Type	Load Name	Function	Scale Factor
Accel	U1	Respons Ma	0.9
Accel	U1	Respons Malang	0.9
Accel	U2	Respons Malang	2.8

Add  
Modify

Gambar 4. 52 Perubahan Faktor Gaya Arah Y

#### 4.4.6 Kontrol Simpangan Antar Lantai

Pembatasan simpangan antar lantai bertujuan untuk mencegah kerusakan bagian bangunan non-struktur dan ketidaknyamanan dari penghuni. Berdasarkan SNI 1726 2012 pasal 7.9.3 untuk memenuhi syarat simpangan, digunakan rumus:

$$\Delta_i < \Delta_a$$

Keterangan:

$\Delta_i$  = Simpangan yang terjadi

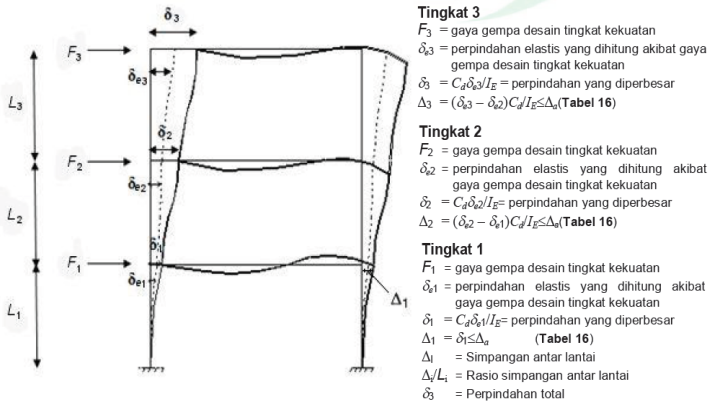
$\Delta_a$  = Simpangan ijin antar lantai, menurut SNI 1726 2012 batas simpangan antar lantai ditentukan menggunakan tabel berikut

Tabel 4. 18 Simpangan izin antar lantai

Struktur	Kategori risiko		
	I atau II	III	IV
Struktur, selain dari struktur dinding geser batu bata, 4 tingkat atau kurang dengan dinding interior, partisi, langit-langit dan sistem dinding eksterior yang telah didesain untuk mengakomodasi simpangan antar lantai tingkat.	$0,025h_{sx}$	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$
Struktur dinding geser kantilever batu bata	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$	$0,010h_{sx}$
Struktur dinding geser batu bata lainnya	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$	$0,007h_{sx}$
Semua struktur lainnya	$0,020h_{sx}$	$0,015h_{sx}$	$0,010h_{sx}$

Perhitungan  $\Delta_i$  mengikuti gambar dari SNI 1726 2012

$h_{sx}$  = tinggi tingkat di bawah tingkat x



Gambar 4. 53 Perhitungan simpangan izin antar lantai

$C_d = 5.5$

$I = 1.5$

**Batas Simpangan**

$\Delta = 0.01 H_{sx}$

$h = 4m = 40 \text{ mm}$

$h = 4.5 m = 45 \text{ mm}$

**Arah x**

Lantai	Elevasi (m)	h <sub>n</sub> (m)	$\delta_e$ (mm)	$\delta_{xe}$ (mm)	$\delta_x$ (mm)	$\delta_a$ (m)	Keterangan
atap	32.5	4	26.9	1.4	5.3	40	oke
8	28.5	4	25.4	2.2	8.0	40	oke
7	24.5	4	23.3	3.0	10.9	40	oke
6	20.5	4	20.3	3.7	13.6	40	oke
5	16.5	4	16.6	4.3	15.8	40	oke

4	12.5	4	12.3	4.7	17.3	40	oke
3	8.5	4	7.6	4.6	16.7	40	oke
2	4.5	4.5	3.0	3.0	11.0	45	oke
1	0	0	0	0	0		

Arah y

Lantai	Elevasi	hn	$\delta_e$ (mm)	$\delta_{ye}$ (mm)	$\delta_y$ (mm)	$\delta_a$	Keterangan
Atap	32.5	4	25.0	1.9	7.0	40	oke
8	28.5	4	23.1	2.4	8.9	40	oke
7	24.5	4	20.7	3.1	11.2	40	oke
6	20.5	4	17.6	3.6	13.2	40	oke
5	16.5	4	14.0	4.0	14.7	40	oke
4	12.5	4	10.0	4.1	15.1	40	oke
3	8.5	4	5.9	3.7	13.5	40	oke
2	4.5	4.5	2.2	2.2	8.1	45	oke
1	0	0	0	0.00	0		

$\delta_e$  = Nilai drift dari SAP

$$\delta_{xe} = \delta_{e_n} - \delta_{e_{(n-1)}}$$

$$\delta_x = \frac{C_d \cdot \delta_{xe}}{I}$$

Dimana :

$C_d$  = Faktor pembesaran defleksi

$\delta_{xe}$  = Defleksi pada lantai x

$I_e$  = Faktor keutamaan

$\delta_a$  = batas drift

Dari tabel di atas, maka permodelan sudah memenuhi syarat pada kontrol simpangan.

#### 4.4.7 Kontrol Sistem Ganda

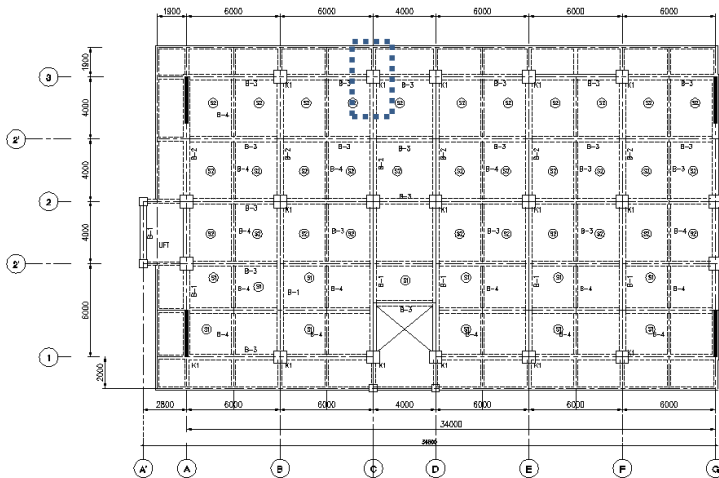
Berdasarkan tabel 9 pada SNI 1726 2012, untuk sistem struktur tipe Sistem Ganda Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan dinding geser struktural khusus pada struktur rangka pemikul momen harus menahan paling sedikit 25% gaya gempa yang ditetapkan.

Tabel 4. 19 Joint Reaction Prosentase Dalam Menahan Gempa

No	Kombinasi Beban	Prosentase Dalam Menahan Gempa			
		Fx (%)		Fy (%)	
		SRPM	DG	SRPM	DG
1	1.2 D + 1L + 1Ex	69.71	30.29	49.42	50.58
2	1.2 D + 1L + 1Ey	87.68	12.32	43.99	56.01
3	0.9 D + Ex	86.48	13.52	48.18	51.82
4	0.9 D + Ey	86.93	13.07	44.31	55.69
5	Gempa X	86.16	13.84	45.61	54.39
6	Gempa Y	86.02	13.98	43.63	56.37

Dari tabel di atas, presentase Sistem Rangka Pemikul Momen menahan gaya gempa sebesar 25% dari gaya gempa yang ditetapkan, maka permodelan sudah memenuhi syarat pada kontrol sistem ganda.

#### 4.4.8 Kontrol Joint reaction pada salah satu kolom



#### Perhitungan Beban Manual

##### Lantai Atap

- Balok B2 : 2016 Kg
- Balok B3 : 2700 Kg
- Balok B4 : 1164 Kg
- Pelat t = 10cm : 7080 Kg
- Beban Hidup : 2832 Kg
- Beban Dead ++ : 3274,5 Kg

Total = 19066,5 Kg

##### Lantai 8

- Kolom K1 : 6613,44 Kg
- Balok B2 : 1948,8 Kg
- Balok B3 : 2592 Kg
- Balok B4 : 1105,8 Kg
- Pelat t = 10cm : 2280 Kg

- Pelat  $t = 12 \text{ cm} : 5760 \text{ Kg}$
  - Beban Hidup :  $14130,5 \text{ Kg}$
  - Beban Dead ++ :  $4395,5 \text{ Kg}$
  - Dinding :  $2540 \text{ Kg}$
- Total =  $41276,04 \text{ Kg}$

#### Lantai 7 – 2

- Kolom K1 :  $6613,44 \text{ Kg}$
  - Balok B2 :  $1948,8 \text{ Kg}$
  - Balok B3 :  $2592 \text{ Kg}$
  - Balok B4 :  $1105,8 \text{ Kg}$
  - Pelat  $t = 10\text{cm} : 2280 \text{ Kg}$
  - Pelat  $t = 12 \text{ cm} : 5760 \text{ Kg}$
  - Beban Hidup :  $4752 \text{ Kg}$
  - Beban Dead ++ :  $4395,5 \text{ Kg}$
  - Dinding :  $2540 \text{ Kg}$
- Total =  $31897,54 \times 6 = 191385,2 \text{ Kg}$

#### Lantai 1

Kolom K1 :  $7440,12$

Jumlah total =  $259167,9 \text{ Kg}$

Joint reaction SAP =  $266498,9 \text{ Kg}$

Rasio =  $97,25 \%$

#### 4.5. Perhitungan Struktur Primer

Struktur primer mempunyai peranan penting dalam kekuatan suatu struktur gedung. Karena struktur primer berfungsi menyalurkan beban-beban yang berasal dari struktur sekunder ke perletakan gedung tersebut. Struktur primer dalam gedung ini menggunakan struktur ganda, kombinasi antara struktur rangka



pemikul momen dan struktur dinding geser. Dalam perencanaan struktur ganda gedung ini secara khusus menggunakan sistem rangka pemikul momen khusus dan dinding geser khusus yang memiliki syarat sistem rangka momen harus menahan paling sedikit 25% dari total keseluruhan gaya gempa desain.

Perencanaan struktur primer terdiri dari:

1. Balok Induk
2. Kolom
3. Hubungan Balok Kolom
4. Dinding Geser

#### 4.5.1 Desain Balok

Balok merupakan komponen rangka gedung pada struktur Sistem Rangka Pemikul Momen sehingga diharuskan direncanakan dengan baik agar tidak terjadi kegagalan struktur sehingga dapat menjamin keamanan bagi penghuni gedung. Komponen balok bertugas memikul momen akibat beban-beban yang terjadi.

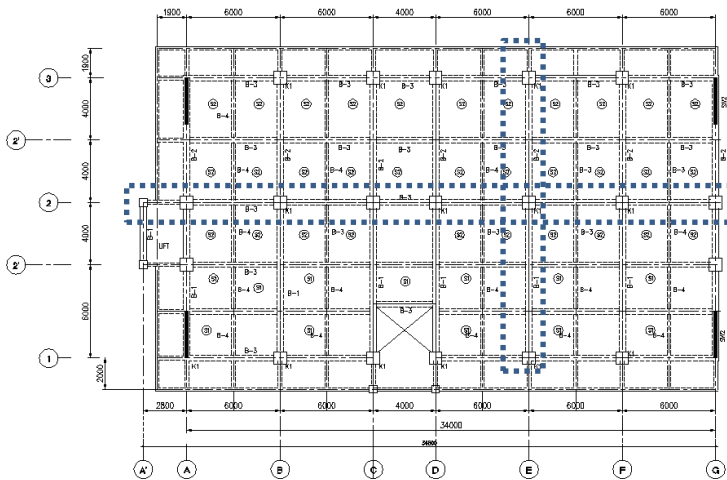
Perhitungan desain balok diawali dengan mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada balok tersebut. Dalam mendapatkan gaya-gaya yang bekerja pada balok, menggunakan program SAP2000. Dalam struktur gedung ini, terdapat 4 tipe balok induk dan 1 tipe balok kantilever. Dikarenakan keterbatasan waktu pada pengerjaan tugas akhir ini, perhitungan balok dilakukan pada satu portal memanjang dan satu portal melintang. Untuk contoh perhitungan balok induk dilakukan pada balok induk B1 pada lantai 8. Perhitungan balok lain disajikan dalam bentuk tabel pada lampiran.

Data-data perencanaan struktur balok induk:

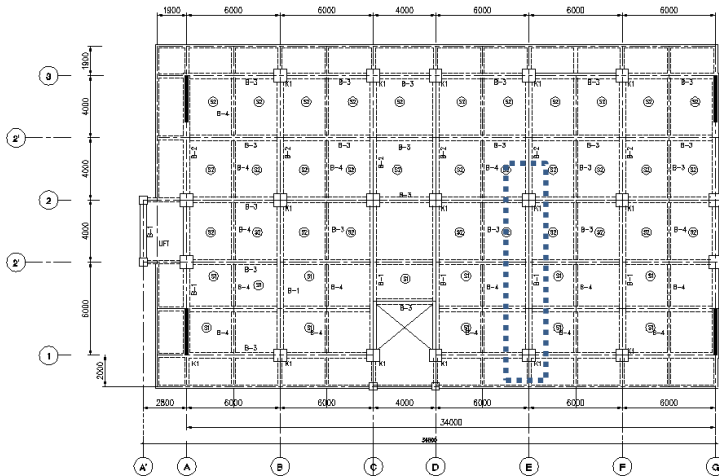
#### Balok Primer

- Mutu beton,  $f'_c$  : 30 MPa

- Mutu baja tulangan,  $f_y$  : 400 MPa
- Dimensi balok : 740 x 400 mm
- Bentang balok ( $L$ ) : 10 m
- Bentang bersih balok ( $L_n$ ) : 9180 mm
- Diameter tulangan lentur : 25 mm ;  $f_y = 400$  Mpa
- Diameter tulangan geser : 13 mm ;  $f_y = 400$  Mpa
- Rencana tulangan torsi : 19 mm ;  $f_y = 400$  Mpa
- Cover : 40 mm



Gambar 4. 54 Portal yang ditinjau



Gambar 4. 55 Balok Induk ditinjau

### Perhitungan Struktur Balok

#### Cek syarat komponen struktur penahan gempa.

- Bentang bersih komponen struktur tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektifnya (SNI 2847:2013 pasal 21.5.2)

$$L_n = 9170 \text{ mm}$$

$$d = 674,5 \text{ mm}$$

$$4d = 2698 \text{ mm}$$

Sehingga  $L_n > 4d$  memenuhi syarat

- Lebar komponen tidak boleh kurang dari  $0,3 h$  dan  $250 \text{ mm}$  (SNI 2847:2013 pasal 21.5.3)

$$b/h = 0,54$$

$$b = 400 \text{ mm} = 0,54 h > 0,3 h$$

$$b = 400 \text{ mm} > 250 \text{ mm}$$

Sehingga lebar komponen memenuhi syarat

- Gaya Aksial

Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen, tidak boleh melebihi

$$\frac{Ag f_c}{10} \text{ SNI 2847 2013 pasal 21.5.1.1}$$

$$\frac{Ag f_c}{10} = \frac{740 \times 400 \times 30}{10} = 88800 \text{ Kg}$$

$$Nu \text{ balok} = 8025 \text{ Kg} < \frac{Ag f_c}{10} \text{ (oke)}$$

### **Perhitungan tulangan longitudinal penahan lentur**

Menentukan Menentukan harga  $\beta_1$

$$\begin{aligned} \beta_1 &= 0.85 - 0.05 \frac{(f_c - 28)}{7} \text{ (SNI 2847 : 2013 Pasal 10.2.7.3)} \\ &= 0.85 - 0.05 (30 - 28) / 7 = 0.849 \end{aligned}$$

Menentukan batasan nilai tulangan dengan menggunakan syarat rasio tulangan sebagai berikut:

Mencari  $\rho$  balance

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0.85 \times 0.849 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0325 \end{aligned}$$

Mencari  $\rho$  maksimum

$$\rho \text{ max} = 0.025 \text{ (SNI 2847:2013 pasal 21.5.2.1)}$$

$$\rho \text{ max} = 0.75 \rho_b = 0.75 \times 0.0325 = 0.024$$

Mencari  $\rho$  minimum

$$\rho \text{ min} = \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} = \frac{0.25 \sqrt{30}}{400} = 0.00342$$

$$\rho \text{ min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{400} = 0.0035$$

Maka  $\rho \text{ min} = 0.0035$

Menentukan harga m

$$m = \frac{fy}{0.85 fc} = \frac{400}{0.85 \times 30} = 15.69$$

### Perhitungan Tulangan Tumpuan Kiri

Gaya dalam hasil dari SAP adalah  $M_u = -60909.8$  Kgm

1.  $M_u = 60,9$  Tm

$$d = 740 - 40 - 13 - 25/2 = 674,5 \text{ mm}$$

2.  $M_n = M_u / 0.9 = 67,67$  Tm

3.  $R_n = M_n / bd^2 = \frac{67,6}{400 \times 674,5^2} = 3,72$

4.  $m = 15.69$

5.  $\rho_{perlu} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{fy}} \right)$   
 $= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 3,72}{400}} \right) = 0.0101$

6.  $A_s = \rho b d = 0.0102 \times 400 \times 674.5 = 2752,105 \text{ mm}^2$

Dipakai Tulangan:

$$6 \text{ D}25 \text{ } A_s = 2946,43 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{pakai} = 0.01092$$

$$\rho_{min} < \rho_{pakai} < \rho_{maksimum}$$

$$0.0035 < 0.01092 < 0.024 \text{ (oke)}$$

Menurut SNI 2847:2013 ps 21.5.2(2) bahwa kuat lentur positif komponen struktur lentur pada muka kolom tidak boleh lebih kecil dari setengah kuat lentur negatifnya, Sehingga dipasang tulangan pada tumpuan bidang tekan sebesar 3 D25  $A_s = 1473,214 \text{ mm}^2$

Cek momen nominal daerah tumpuan kiri

$$a = \frac{As \times fy}{0,849 f_c b} = \frac{2946,43 \times 400}{0,849 \times 30 \times 400} = 115,74$$

$$\begin{aligned} \phi Mn &= \phi As fy \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9 \times 2946,43 \times 400 \times \left( 674,5 - \frac{115,74}{2} \right) = 65,406 \text{ Tm} \end{aligned}$$

$$\phi Mn > Mu$$

$$65.406 \text{ Tm} > 60,9 \text{ Tm (oke)}$$

Cek Kondisi Penampang

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{115,74}{0,849} = 136,395 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{136,395}{674,5} = 0,202 < 0,375 \text{ sehingga penampang } \textit{tension controlled}.$$

### Perhitungan Tulangan Tumpuan Kanan

Gaya dalam hasil dari SAP adalah  $M_u = -60121.27 \text{ Kgm}$

$$1. \quad Mu = 60,121 \text{ Tm}$$

$$d = 740 - 40 - 13 - 25/2 = 674,5 \text{ mm}$$

$$2. \quad Mn = Mu / 0.9 = 66,801 \text{ Tm}$$

$$3. \quad Rn = Mn / bd^2 = \frac{66,801}{400 \times 674,5^2} = 3,67$$

$$4. \quad m = 15.69$$

$$\begin{aligned} 5. \quad \rho \text{ perlu} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 3,67}{400}} \right) = 0.00995 \end{aligned}$$

$$6. \quad As = \rho b d = 0.00995 \times 400 \times 674.5 = 2685.633 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan:

$$6 \text{ D25 } As = 2946,43 \text{ mm}^2$$

$$\rho \text{ pakai} = 0.01092$$

$$\rho \text{ min} < \rho \text{ pakai} < \rho \text{ maksimum}$$

$$0.0035 < 0.01092 < 0.024 \text{ (oke)}$$

Cek momen nominal daerah tumpuan kanan

$$a = \frac{As \times fy}{0,849 f_c b} = \frac{2946,43 \times 400}{0,849 \times 30 \times 400} = 115,74$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi As fy \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0.9 \times 2946,43 \times 400 \times \left( 674,5 - \frac{115,74}{2} \right) = 65,406 \text{ Tm} \end{aligned}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$65.406 \text{ Tm} > 60,121 \text{ Tm (oke)}$$

### Perhitungan Tulangan Lapangan

Gaya dalam hasil dari SAP adalah  $M_u = 20768,2 \text{ Kgm}$

$$1. M_u = 20,768 \text{ Tm}$$

$$d = 674,5 \text{ mm}$$

$$2. M_n = M_u / 0.9 = 23,075 \text{ Tm}$$

$$3. R_n = M_n / b d^2 = \frac{23,075}{400 \times 674,5^2} = 1,27$$

$$4. m = 15.69$$

$$\begin{aligned} 5. \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 1,27}{400}} \right) = 0.00325 \end{aligned}$$

$$6. A_s = \rho b d = 0.00325 \times 400 \times 674,5 = 877,6857 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan:

$$3 \text{ D}25 A_s = 1473,214 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0.00546$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{pakai}} < \rho_{\text{maksimum}}$$

$$0.0035 < 0.00546 < 0.024 \text{ (oke)}$$

Cek momen nominal

$$a = \frac{As \times fy}{0,849 f_c b} = \frac{1473,214 \times 400}{0,849 \times 30 \times 400} = 57,87 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}\phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0.9 \times 1473,214 \times 400 \times \left( 674,5 - \frac{57,87}{2} \right) = 34,237 \text{ Tm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\phi M_n &> M_u \\ 34,237 \text{ Tm} &> 20,768 \text{ Tm (oke)}\end{aligned}$$

Cek Kondisi Penampang

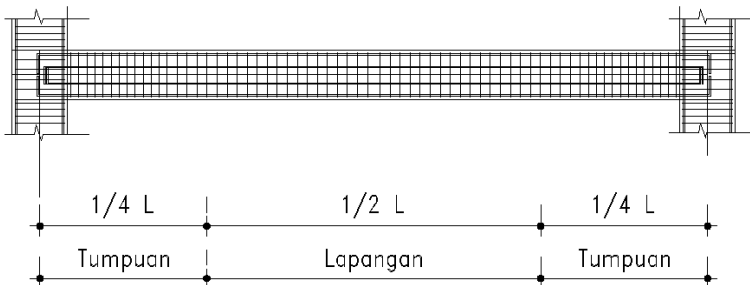
$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{57,87}{0,849} = 68,197 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{68,197}{674,5} = 0,101 < 0,375 \text{ sehingga penampang } \textit{tension controlled}.$$

Menurut SNI 2847:2013 ps 21.5.2(2) bahwa kekuatan momen positif atau negatif pada sebarang tempat tidak boleh  $< \frac{1}{4}$  kekuatan momen maksimum yang disediakan pada muka salah satu joint, sehingga tulangan tekan pada daerah lapangan adalah 2 D25

Tabel 4. 20 Tabel hasil perhitungan tulangan balok

Daerah	Mu	Tulangan	$\Phi M_n$	kontrol
Tumpuan Kanan	61,48 Tm	6 D25	65.406 Tm	Oke
Tumpuan Kiri	60,121 Tm	6 D25	65.406 Tm	Oke
Lapangan	20,768 Tm	3 D25	34,237 Tm	Oke



Tabel 4. 21 Pembagian daerah tumpuan dan lapangan pada balok



### Kontrol Syarat Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Tulangan Lentur:

Tulangan Momen Positif pada tumpuan:

½ Kekuatan Momen Negatif pada daerah tumpuan

Maka perlu dipasang tulangan 3 D25 di daerah serat tekan pada balok daerah tumpuan

Tulangan Momen Negatif pada daerah lapangan:

¼ Kekuatan momen negatif pada daerah tumpuan,

Maka perlu dipasang tulangan 2 D25 di daerah serat tekan pada balok daerah lapangan

### Kontrol jarak antar tulangan

$$s = \frac{b - 2\text{tebal selimut} - 2D_{\text{senggang}} - (n \times D_{\text{tul lentur}})}{n - 1} \geq 25\text{mm}$$

$$s = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 25 - (6 \times 25)}{6 - 1}$$

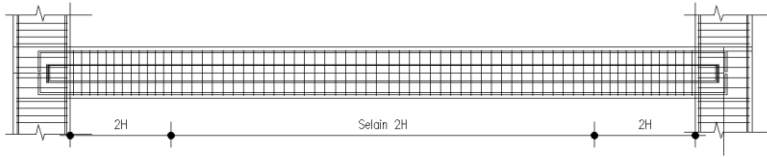
$$s = 28,8 \text{ mm} > 25 \text{ mm (oke)}$$

### **Perencanaan Tulangan Geser Balok**

Perhitungan tulangan geser pada balok berfungsi untuk menentukan tulangan geser yang diperlukan dalam menahan gaya geser, sehingga tidak terjadi retak pada balok.

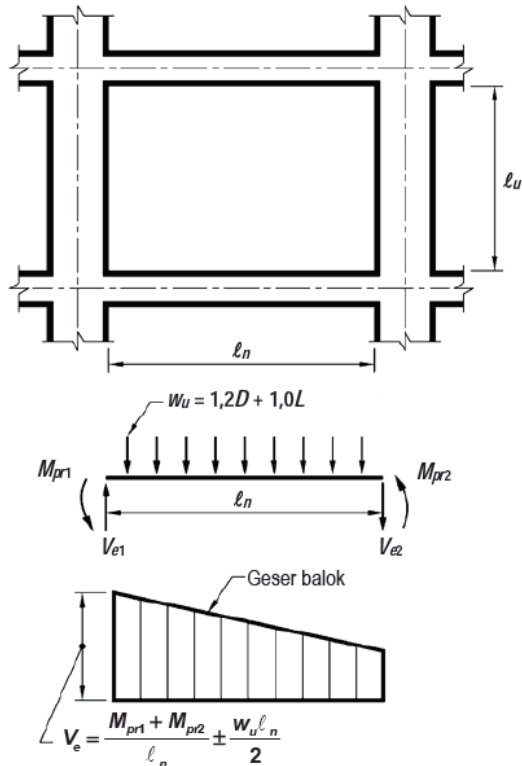
Perencanaan tulangan geser pada balok dibagi menjadi 2 wilayah yaitu:

- Wilayah 1 : mulai dari muka kolom ke tengah bentang sejarak dua kali tinggi balok
- Wilayah 2 : mulai dari jarak dua kali tinggi balok dari muka kolom sampai di tengah bentang



Tabel 4. 22 Pembagian daerah tulangan geser balok

Penentuan gaya geser balok menggunakan SNI 2847 2013 pasal 21.6.2.2 persamaan 21-1



Gambar 4. 56 Gaya geser rencana komponen balok pada SRPMK

### Perhitungan Gaya Geser Ultimate

Menghitungan Mpr

Data Tulangan Balok:

- Tulangan Tumpuan kiri daerah tarik = 6 D25
- Tulangan Tumpuan kanan daerah tarik = 6 D25
- Tulangan Tumpuan daerah tarik = 3 D25

Mpr tulangan tumpuan daerah tarik = 6 D25

$$a = \frac{1,25 As x fy}{0,849 fc b} = \frac{1,25 x 2945,24 x 400}{0,849 x 30 x 400} = 144,68 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mpr 1} &= 1,25 As fy \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 1,25 x 2945,24 x 400 x \left( 674,5 - \frac{144,68}{2} \right) \\ &= 88711,37 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

Mpr tulangan tumpuan daerah tarik = 3 D25

$$a = \frac{1,25 As x fy}{0,849 fc b} = \frac{1,25 x 1472,6216 x 400}{0,849 x 30 x 400} = 72,34 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Mpr 2} &= 1,25 As fy \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 1,25 x 1472,6216 x 400 x \left( 674,5 - \frac{72,34}{2} \right) \\ &= 47019,92 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$\text{MPr1} = 88711,37 \text{ Kgm}$$

$$\text{Mpr2} = 47019,92 \text{ Kgm}$$

$$\text{Wu} = 5300,092 \text{ Kg/m}$$

Kondisi 1

$$\begin{aligned} V_n &= \frac{\text{Mpr1} + \text{Mpr2}}{Ln} + \frac{\text{Wu} x Ln}{2} \\ &= \frac{88711,37 + 47019,92}{9,17} + \frac{5300,092 x 9,17}{2} = 39102,589 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$V_n = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n} - \frac{W_u \times L_n}{2}$$

$$= \frac{88711,37 + 47019,92}{9,17} - \frac{5300,092 \times 9,17}{2} = -9499,254 \text{ Kg}$$

Kondisi 2

$$V_n = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n} + \frac{W_u \times L_n}{2}$$

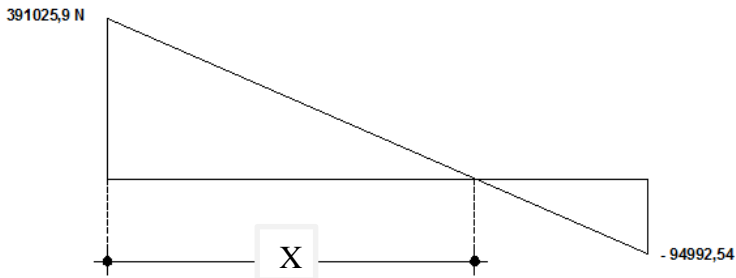
$$= \frac{47019,919 + 88711,372}{9,17} + \frac{5300,092 \times 9,17}{2} = 39102,589 \text{ Kg}$$

$$V_n = \frac{M_{pr1} + M_{pr2}}{L_n} - \frac{W_u \times L_n}{2}$$

$$= \frac{47019,919 + 88711,372}{9,17} - \frac{5300,092 \times 9,17}{2} = -9499,254 \text{ Kg Maka,}$$

$$V_{e1} = 39102,589 \text{ Kg}$$

$$V_{e2} = -9499,254 \text{ Kg}$$



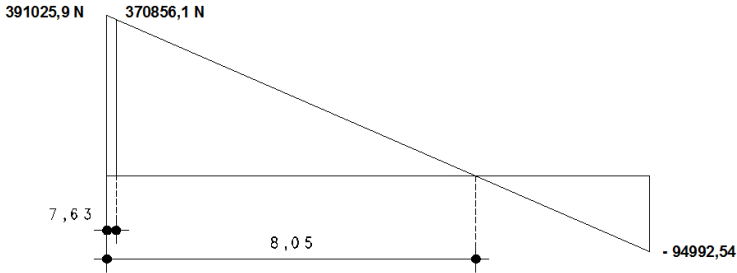
Gambar 4. 57 Diagram Gaya Geser Pada Balok

$$\frac{391025,9}{x} = \frac{94992,54}{10-x}$$

$$x = 8,05 \text{ m}$$

Gaya Geser pada wilayah 1

Daerah muka kolom sampai sejarak dua kali tinggi balok  
 $L = 8,05 - (0,83/2) = 7,63 \text{ m}$



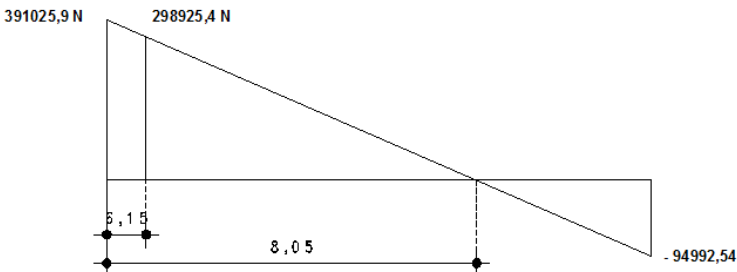
Gambar 4. 58 Diagram Geser Wilayah 1

$$\frac{7,63}{8,05} = \frac{V1}{391025,9}$$

$$V1 = 370856,1 \text{ N}$$

Gaya Geser pada daerah wilayah 2  
mulai dari jarak dua kali tinggi balok dari muka kolom sampai di  
tengah bentang

$$L = 8,05 - (0,83/2 + 2 \times 0,74) = 6,15 \text{ m}$$



Gambar 4. 59 Diagram Geser Wilayah 2

$$\frac{6,15}{8,05} = \frac{V2}{391025,9}$$

$$V2 = 298925,4 \text{ N}$$

Menghitung Parameter Syarat perencanaan

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} b w d = 1/3 \times 400 \times 674,5 = 89933,33 \text{ N}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 674,5 = 985170,3 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + V_s \text{ min}) = 0,75 \times (0 + 89933,33) = 67450 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \Phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d) &= 0,75 \times (0 + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 674,5) \\ &= 369438,9 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d) &= 0,75 \times (0 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 674,5) \\ &= 738877,7 \text{ N} \end{aligned}$$

Penulangan Geser Geser pada wilayah 1

Daerah muka kolom sampai sejarak dua kali tinggi balok

$$\begin{aligned} \Phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d) < V_1 < \Phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d) \\ 369438,9 \text{ N} < 391025,9 \text{ N} < 738877,7 \text{ N} \\ \text{(kondisi 5)} \end{aligned}$$

$$V_s \text{ perlu} = V_u / \Phi - V_c = \frac{391025,9 \text{ N}}{0,75} = 49447,48 \text{ Kg}$$

$$S \text{ maks} < d/4 < 300 \text{ mm}$$

$$d/4 = 674,5 / 4 = 168,625 \text{ mm}$$

$$s \text{ pakai} = 120 \text{ mm}$$

$$A_v = \frac{V_s \times s}{f_y \times d} = \frac{49447,48 \times 10 \times 150}{400 \times 674,5} = 219,929 \text{ mm}^2$$

Dipakai  $\Phi 13 - 120 \text{ mm}$

$$A_s \Phi 13 = 132,7323 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ kaki} = 265,4646 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)}$$

Penulangan geser pada daerah wilayah 2

mulai dari jarak dua kali tinggi balok dari muka kolom sampai

$$\Phi (V_c + V_s \text{ min}) < V_1 < \Phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d)$$

$$67450 \text{ N} < 283294,2 \text{ N} < 369438,9 \text{ N}$$

(kondisi 4)

$$V_s \text{ perlu} = V_u / \Phi - V_c = \frac{298925,4 \text{ N}}{0,75} = 39856,72 \text{ Kg}$$

$$S \text{ maks} < d/2 < 300 \text{ mm}$$

$$d/2 = 674,5 / 2 = 337,25 \text{ mm}$$

$$s \text{ pakai} = 150 \text{ mm}$$

$$A_v = \frac{V_s \times s}{f_y \times d} = \frac{39856,72 \times 10 \times 150}{400 \times 674,5} = 221,59 \text{ mm}^2$$

Dipakai  $\Phi 13 - 150 \text{ mm}$

$$A_s \Phi 13 = 132,7323 \text{ mm}^2$$

$$2 \text{ kaki} = 265,4646 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)}$$

Tabel hasil perhitungan tulangan geser balok

Daerah	$V_u$	$A_v$ perlu	Tulangan	$A_v$ (2kaki)	kontrol
Wilayah 1	370856,1 N	219,93 $\text{mm}^2$	$\Phi 13-120$ mm	265,46 $\text{mm}^2$	Oke
Wilayah 2	298925,4 N	221,59 $\text{mm}^2$	$\Phi 13-150$ mm	265,46 $\text{mm}^2$	Oke

Perhitungan Tulangan Torsi

Berdasarkan hasil program SAP diperoleh momen puntir sebesar:

$$T_u \text{ tumpuan} = 3839,28 \text{ Kgm}$$

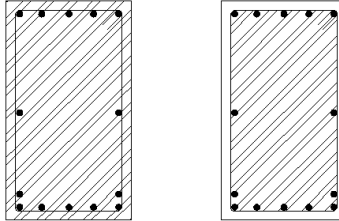
$$T_u \text{ lapangan} = 159,55 \text{ Kgm}$$

Gaya Geser Ultimate

$$V_u = 335043,3 \text{ N}$$

Pengaruh momen puntir dapat diabaikan apabila momen puntir  $T_u$  kurang dari:

$$T_u = \phi 0,083 \lambda \sqrt{f'c} \left( \frac{A_{cp}^2}{P_{cp}} \right)$$



**Acp**

**Aoh**

Gambar 4. 60 Aoh dan Acp pada balok

$$A_{cp} = 400 \times 740 = 296000 \text{ mm}^2$$

$$P_{cp} = 2 \times (400 + 740) = 2280 \text{ mm}$$

$$T_u = \phi 0,083 \sqrt{30} \left( \frac{296000^2}{2280} \right) = 1310,233 \text{ Kgm}$$

$$T_u \text{ Tumpuan} > T_u \text{ min}$$

$$3839,28 \text{ Kgm} > 1310,233 \text{ Kgm}$$

$$T_u \text{ Lapangan} < T_u \text{ min}$$

$$159,55 \text{ Kgm} < 1310,233 \text{ Kgm}$$

Sehingga daerah tumpuan memerlukan tulangan torsi

Sehingga daerah lapangan tidak memerlukan tulangan torsi

Mengecek dimensi penampang untuk menahan torsi

$$\sqrt{\left( \frac{V_u}{b_w d} \right)^2 + \left( \frac{T_u P_h}{1,7 A_{oh}^2} \right)^2} \leq \phi \left( \frac{V_c}{b_w d} + 0,66 \sqrt{f'c} \right)$$

$$B_h = b - 2 \times \text{tebal selimut} - \phi \text{ sengkang}$$



$$= 400 - (2 \times 40) - 13 = 307 \text{ mm}$$

$$Hh = h - 2 \times \text{tebal selimut} - \Phi \text{ sengkang} =$$

$$= 740 - (2 \times 40) - 13 = 647 \text{ mm}$$

$$Ph = 2 \times (Bh + Hh) = 2 \times (307 + 647) = 1908 \text{ mm}$$

$$Aoh = Bh \times Hh = 307 \times 647 = 198629 \text{ mm}^2$$

$$Vc = 0,17 \sqrt{f_c} b w d$$

$$Vc = 0,17 \sqrt{30} 400 \times 674,5 = 251218,4 \text{ N}$$

$$\sqrt{\left(\frac{335043,3}{400 \times 674,5}\right)^2 + \left(\frac{3839,28 \times 1908}{1,7 \times 198629^2}\right)^2} < \Phi \left(\frac{251218,4}{400 \times 674,5} + 0,66 \sqrt{30}\right)$$

$$1,24 < 3,41$$

Maka, penampang balok mampu untuk menahan torsi

Menghitung kebutuhan tulangan torsi

$$\frac{At}{s} = \frac{Tu}{\Phi 2 A0h fyt \cot \theta}$$

$$A0 = 0,85 A0h = 0,85 \times 198629 \text{ mm}^2 = 168834,65 \text{ mm}^2$$

$$\frac{At}{s} = \frac{38392800 \text{ N}}{0,75 \times 2 \times 198629 \times 400 \times 1} = 0,32$$

Menghitung kebutuhan tulangan torsi transversal

Luas tulangan transversal akibat Vu:

$$Av \text{ perlu} = 219,93 \text{ (dari perhitungan tulangan sengkang)}$$

$$Av / s = 219,93 / 120 = 1,8327$$

Tulangan Sengkang terpasang :

180

$$\Phi 13 - 120 \text{ mm}, A_v = 265,46 \text{ mm}^2$$

$$A_v/s \text{ pasang} = 265,46 / 120 = 2,212$$

Luas Tulangan transversal setelah ditambah torsi

$$A_v \text{ total} = A_v/s + 2 A_t/s = 1,8327 + 2 \times 0,32 = 2,47$$

$A_v \text{ total} > A_v/s \text{ pasang}$  , sehingga perlu perubahan pada tulangan sengkang

Tulangan sengkang baru

Dipasang 3 kaki  $\Phi 13-120 \text{ mm}$

$$A_v = 398,196 \text{ mm}^2$$

$$A_v / s = \frac{398,196}{120} = 3,318$$

$A_v / s > A_v \text{ total} / s$  (oke)

Perhitungan tulangan torsi longitudinal

$$A_{tl} = \frac{A_t}{s} \times p h \times \left( \frac{f_{yv}}{f_{yt}} \right) \times \cot^2 \theta$$

$$A_{tl} = 0,32 \times 1908 \times 1 \times 1 = 614,659 \text{ mm}^2$$

Dibagi menjadi 4 buah tulangan

Dipasang tulangan diameter = 19 mm

$$A_s = 4 \times \frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 19^2 = 1134,115 \text{ mm}^2$$

$A_s > A_{tl}$  (oke)

Tabel perubahan tulangan geser hasil perhitungan tulangan torsi

Daerah	Tu	Av total	Tulangan lama	Tulangan baru	Av	kontrol
Wilayah 1	3747,31 Kgm	295,4 mm	2 $\Phi$ 13-120 mm	3 $\Phi$ 13-120 mm	398,19 mm <sup>2</sup>	Oke
Wilayah 2	159,55 Kgm	221,59 mm <sup>2</sup>	2 $\Phi$ 13-150 mm	2 $\Phi$ 13-150 mm	265,46 mm <sup>2</sup>	Oke

Kontrol Syarat Jarak Sengkang Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus

- $d/4 = 169$  mm
- 6 x diameter tulangan longitudinal terkecil = 150 mm
- 150 mm, tapi tidak perlu kurang dari 100 mm

Maka jarak tulangan sengkang memenuhi syarat SRPMK

Tulangan Torsi Longitudinal:

Dipasang 4  $\Phi$ 19

Kontrol Retak Balok

Spasi tulangan yang berada paling dekat dengan permukaan tarik tidak boleh lebih.

$$S = 380 \left( \frac{280}{f_s} \right) - 2,5 \cdot C_c \quad \text{pasal 10.6(4)(10-4)}$$

$$f_s = 2/3 f_y = 2/3 \times 400 = 266,67 \text{ Mpa}$$

$$C_c = \text{cover} + \text{sengkang} = 40 + 13 = 53 \text{ mm}$$

$$S = 380 \times \frac{280}{266,67} - 2,5 \times 53 = 266 \text{ mm}$$

Dan tidak boleh lebih dari

$$S = 300 \times \frac{280}{f_s}$$

$$300 \times \frac{280}{266,67} = 315 \text{ mm}$$

Jarak antar tulangan lentur

$$s = \frac{b_w - (2 \times \text{selimut}) - (2 \times D_{\text{sengkan}}) - (nD_{\text{tul.utama}})}{n - 1}$$

$$S = \frac{400 - 2 \times 40 - 2 \times 13 - 6 \times 25}{6 - 1} = 28,8 \text{ mm} > 25 \text{ mm}$$

Maka jarak antar tulang lentur memenuhi syarat keretakan balok

Panjang Penyaluran Balok

Peraturan tentang panjang penyaluran tulangan berada di SNI 2847 2013 pasal 12.2. dan perhitungan sebagai berikut:

Tabel 4. 23 Panjang Penyaluran Batang Ulir dan Kawat Ulir

	Batang tulangan atau kawat ulir D-19 dan yang lebih kecil	Batang tulangan D-22 dan yang lebih besar
--	-----------------------------------------------------------	-------------------------------------------

<p>Spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari <math>d_b</math>, selimut bersih tidak kurang dari <math>d_b</math>, dan sengkang atau pengikat sepanjang <math>l_d</math> tidak kurang dari minimum tata cara Atau spasi bersih batang tulangan atau kawat yang disalurkan atau disambung tidak kurang dari <math>2d_b</math> dan selimut bersih tidak kurang dari <math>d_b</math></p>	$\left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{2,1 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$	$\left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{1,7 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$
<p>Kasus-kasus lain</p>	$\left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{1,4 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$	$\left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{1,1 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$

d) Panjang penyaluran tulangan tarik:

Diketahui  $d_b = 25$  mm;

$$\lambda d = \left[ \frac{f_y \Psi_t \psi_e}{1,7 \lambda \sqrt{f_c'}} \right] d_b$$

$\Psi_t$  = Faktor tulangan ; 1

$\psi_e$  = Faktor pelapis ; 1

$$\lambda d = \frac{400 \times 1 \times 1}{1,7 \times 1 \times \sqrt{30}} = 1073 \text{ mm}$$

Syarat  $\lambda d > 300$  mm (oke)

Reduksi panjang penyaluran

$$\lambda_{\text{reduksi}} = \frac{As \text{ perlu}}{As \text{ pasang}} \times \lambda d$$

$$= \frac{2752,105}{2946,43} \times 1100 = 1017,02 \approx 1100 \text{ mm}$$

Maka, panjang penyaluran tulangan tarik = 1100 mm

e) Panjang Penyaluran Tulangan Tekan

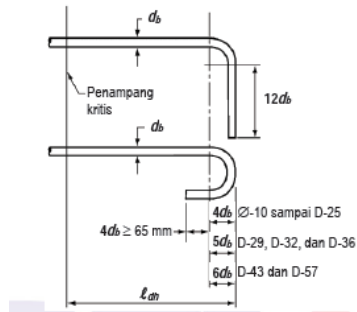
$$\lambda_{dc} = \frac{0,24 f_y}{\lambda \sqrt{f_c}} \times db \quad \text{dan} \quad \lambda_{dc} = 0,043 f_y \times db$$

$$= \frac{0,24 \times 400}{1 \sqrt{30}} \times 25 \quad \text{dan} \quad \lambda_{dc} = 0,043 \times 400 \times 25$$

$$= 438,178 \text{ mm} \quad \text{dan} \quad = 430 \text{ mm}$$

Maka panjang tulangan tekan = 450 mm

f) Panjang Penyaluran Tulangan Berkait dalam kondisi Tarik



$$\lambda_{dh} = \left( \frac{0,24 \times \psi_e f_y}{\lambda \times \sqrt{f_c}} \right) \times db$$

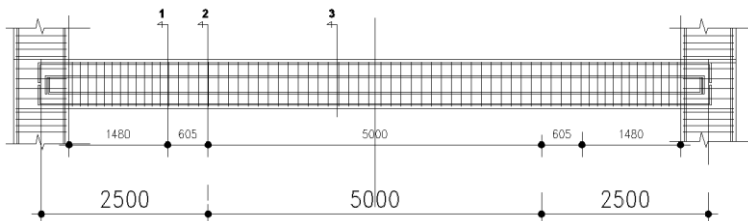
$$\lambda dh = \left( \frac{0,24 \times 1 \times 400}{1 \times \sqrt{30}} \right) \times 25 = 438,178 \text{ mm}$$

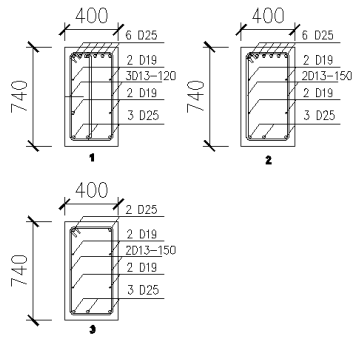
Maka panjang penyaluran Tulangan Berkait dalam kondisi Tarik = 450 mm

$$12 db = 12 \times 25 = 300 \text{ mm}$$

ID-BALOK	B-1	
POSISI	TUMP.	LAPANGAN
TUL.ATAS	6 D25	2 D25
TUL.BAWAH	2 D25	3 D25
SENKANG	3D13-120	2 D13-150
TUL.BADAN	4D19	

Gambar 4. 61 Contoh Penggambaran Tulangan Balok Induk

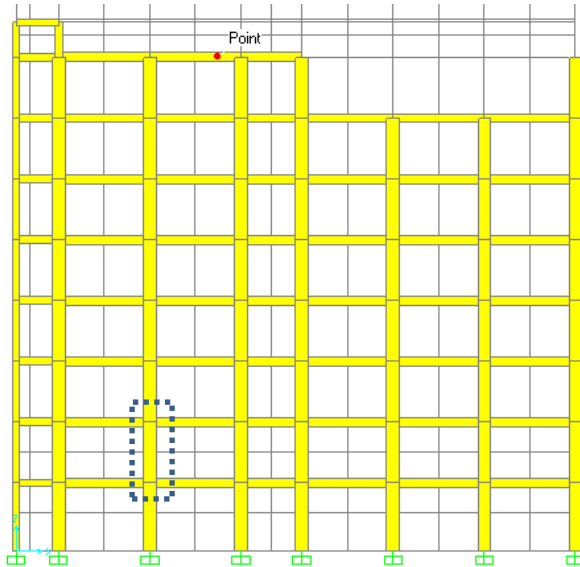




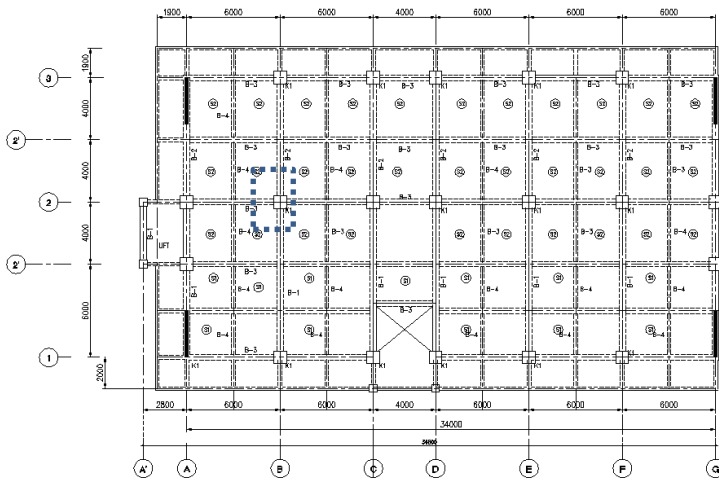
Gambar 4. 62 Penulangan Balok Induk



### 4.5.2 Desain Kolom



Gambar 4. 63 Letak kolom pada portal



Gambar 4. 64 Denah Kolom K1 yang ditinjau

Dalam struktur gedung terdapat 2 tipe kolom.  
Perhitungan Kolom 1

Data-data perencanaan :

Dimensi Kolom	: 830 x 830mm
Tinggi kolom	: Lantai 1 : 4.5 m Lantai 2-8: 4 m
Mutu beton $f_c'$	: 30 Mpa
Mutu baja $f_y$	: 400 Mpa
D tul memanjang	: D25 mm
D tul sengkang	: D13 mm
Cover	: 40 mm

Tabel 4. 24 Gaya Aksial Kolom

Kolom	Pu	Mx	My
Kolom di lantai atas			
1.2D + 1.6 L =	476672 Kg		
1.2D + 1L+ 1E =	427448 Kg	3074,84 Kgm	13763,7 Kgm
Kolom yg didesain			
1.2D + 1.6 L =	558938 Kg		
1.2D + 1L+ 1E =	501559 Kg	2795,5 Kgm	13302,2 Kgm
Kolom Lantai Bawah			
1.2D + 1.6 L =	642834 Kg		
1.2D + 1L+ 1E =	577154 Kg	3208,66 Kgm	8039,11 Kgm

Cek syarat komponen struktur penahan gempa

- Gaya aksial terfaktor maksimum yang bekerja pada kolom harus melebihi  $A_g f'_c / 10$  (SNI2847:2013 pasal 21.6.1).

$$P_u = 556676.8 \text{ Kg}$$

$$\frac{A_g f'_c}{10} = \frac{830 \times 830 \times 30}{10} = 206670 \text{ Kg} < 558938 \text{ Kg}$$

Maka syarat gaya aksial kolom melebihi  $\frac{A_g f'_c}{10}$  terpenuhi

- Sisi terpendek penampang kolom tidak kurang dari 300 mm (SNI2847:2013 pasal 21.6.1.1)

Sisi terpendek kolom = 830 mm, sehingga syarat terpenuhi

- Rasio dimensi penampang tidak kurang dari 0,4 (SNI2847:2013 pasal 21.6.1.2)

$$\frac{b}{h} = \frac{830}{830} = 1 > 0,4 \text{ (oke)}$$

Menentukan tulangan kolom berdasarkan gaya dalam.

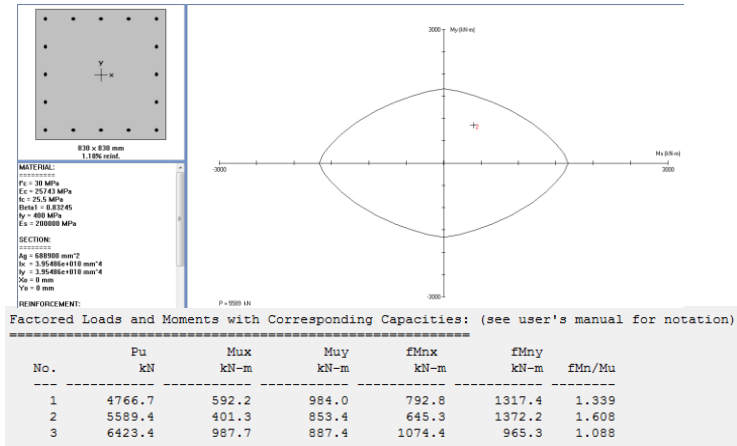
Luas tulangan longitudinal penahan lentur tidak boleh kurang dari  $0,01A_g$  atau lebih dari  $0,06A_g$  (SNI2847:2013 pasal 21.6.3.1).

Hasil dari PCACOL didapat konfigurasi tulangan **16 D25**

Jenis	Dimensi		Jumlah	As (mm <sup>2</sup> )
	Diameter	Luas/bar		
D	25	490.8739	16	7853,98

$$\rho = \frac{7853,98}{830 \times 830} = 0,0114 ,$$

syarat  $0,01 < 0,0114 < 0,06$  memenuhi



## Diagram interaksi P-M PCACOL

Menentukan Kuat Kolom

Cek syarat *strong column weak beam*.

Kekuatan kolom harus memenuhi  $\sum M_{nc} \geq (1,2) \sum M_{nb}$   
 (SNI32847:2013 pasal 21.6.2.2).

a) Menentukan nilai  $\sum M_{nb}$

MnB1

Tulangan Tarik = 65406,8 Kgm

Tulangan Tekan = 34237.99 Kgm

MnB2

Tulangan Tarik = 41750,3 Kgm

Tulangan Tekan = 31897,3 Kgm

$\Sigma M_{nb} = 65406,8 + 31897,3 = 97304 \text{ Kgm}$

$1,2 \Sigma M_{nb} = 1,2 \times 97304,1 = 116765 \text{ Kgm}$

b) Menentukan nilai  $M_{nc}$ 

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)

No.	Pu kN	Mux kN-m	Muy kN-m	fMnx kN-m	fMny kN-m	fMn/Mu
1	4766.7	592.2	984.0	792.8	1317.4	1.339
2	5589.4	401.3	853.4	645.3	1372.2	1.608
3	6423.4	987.7	887.4	1074.4	965.3	1.088

## Output Desain kolom pada PCA COL

Dari PCA Col

Pu above = 476672 Kg

Mn = 79280 Kgm

Pu desain = 558938 Kg

Mn = 64530 Kgm

 $\Sigma Mnc = 79280 + 64530 = 143810$  Kgm $\Sigma Mnc > 1,2 \Sigma Mnb$ 

143810 Kgm &gt; 116765 Kgm (oke)

Pu below = 642834 Kg

Mn = 107440 Kgm

Pu desain = 558938 Kg

Mn = 64530 Kgm

 $\Sigma Mnc = 107440 + 64530 = 143810$  Kgm $\Sigma Mnc > 1,2 \Sigma Mnb$ 

143810 Kgm &gt; 116765 Kgm (oke)

## Desain Tulangan Confinement

Untuk daerah sepanjang  $l_o$  dari ujung-ujung kolom total luas penampang *hoop* tidak boleh kurang dari salah satu yang terbesar antara (SNI2847:2013 pasal 21.6.4.4) :

$$A_{sh1} = 0,3 \left( \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \right) \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \text{ dan } A_{sh2} = 0,09 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}}$$

Direncanakan tulangan confinement  $\Phi 13$

Jenis	Dimensi		Jumlah	As (mm <sup>2</sup> )
	D	Diameter		
13	13	132,732	4	530,929

$$bc = b - 2 (\text{cover} + \frac{1}{2} db) \\ = 830 - 2 (40 + 6,5) = 737 \text{ mm}$$

$$A_{oh} = (b-2 \text{ cover}) \times (h-2 \text{ cover}) \\ = (830 - (2 \times 40)) \times (830 - (2 \times 40)) = 562500 \text{ mm}^2$$

$$Ash1 = 0,3 \left( \frac{s b_c f'_c}{f_y} \right) \left( \frac{A_g f_c}{A_{oh}} - 1 \right) =$$

$$Ash1 = 0,3 \left( \frac{737 \times 30}{400} \right) \left( \frac{830 \times 830}{562500} - 1 \right) = 3,726 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$Ash2 = 0,09 \frac{s b_c \times f_c}{f_y} \\ = 0,09 \frac{737 \times 30}{400} = 4,97 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

Maka Ash = 4,97 mm<sup>2</sup>/mm

#### Syarat Jarak Tulangan Geser Sistem Rangka Pemikul Momen

Spasi maksimum diambil yang terkecil dari:

- $\frac{1}{4}$  dimensi kolom terkecil =  $\frac{1}{4} \times 830 = 207,5 \text{ mm}$
- diameter tulangan longitudinal =  $6 \times 25 = 150 \text{ mm}$
- $S_0, S_0 = 100 + \left( \frac{350 - hx}{3} \right)$ ;  $100 \leq S_0 \leq 150 \text{ mm}$

Diambil Spasi = 100 mm

$$Ash = 4,97 \times 100 = 497 \text{ mm}^2 < 530,929 \text{ mm}^2 \text{ (oke)}$$

Tulangan confinement disediakan sepanjang  $L_0$

$L_0$  dipilih yang terbesar dari:

Tinggi elemen kolom = 830 mm

$1/6$  tinggi bersih kolom =  $1/6 \times (4500 - 740) = 626,67$  mm

450 mm

Diambil = 830 mm

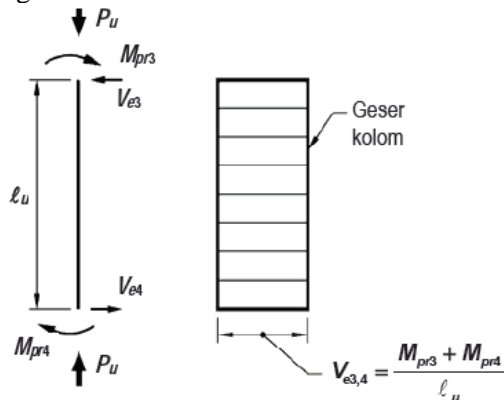
Tulangan confinement disediakan selain sepanjang  $L_0$

Diberi tulangan dengan spasi minimum (SNI 2847:2013 Pasal 21.6.45)

- 6 diameter tulangan longitudinal terkecil  
 $6 d_b = 6 \times 25 = 150$  mm
- 150 mm

Maka jarak diambil 150 mm

Desain Tulangan Geser



Gambar 4. 65 Gaya Geser Desain Kolom SRPMK

$$V = \frac{\sum M_{pr_{atas}} DF_{atas} + \sum M_{pr_{bawah}} DF_{bawah}}{l_u}$$

$$V = \frac{(88711,4 + 47019,9) \times 0,5 + (88711,4 + 47019,9) \times 0,47}{3,76}$$

$$= 35037,019 \text{ Kg}$$

Cek apakah kontribusi beton diabaikan atau tidak dalam menahan gaya geser desain (untuk daerah sepanjang  $l_0$  dari ujung-ujung kolom)

Kontribusi beton diabaikan dalam menahan gaya geser rencana bila (SNI32847:2013 pasal 21.6.5.2) :

- Gaya geser yang ditimbulkan gempa,  $V_{sway}$ , mewakili setengah atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimum dalam  $l_0$ .

- Gaya tekan aksial terfaktor,  $P_u < A_g f'_c / 10$ .

$$P_u = 556677 \text{ Kg}$$

$$\frac{A_g F_c}{10} = \frac{830 \times 830 \times 30}{10} = 206670 \text{ Kg}$$

Maka  $P_u > A_g f_c / 10$ , sehingga kontribusi beton dihitung

Menghitung kondisi untuk tulangan geser

$$V_u = 360987,47 \text{ N}$$

$$d \text{ kolom} = \left( 830 - 40 - 13 - \frac{25}{2} \right) = 764,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 830 \times 764,5 = 579248,6 \text{ N}$$

$$\Phi V_c = 0,75 \times 579248,6 = 434436,4 \text{ N}$$

$$0,5 \Phi V_c = 0,5 \times 434436,4 = 217218,2 \text{ N}$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} b w d = 1/3 \times 830 \times 764,5 = 89933,33 \text{ N}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 830 \times 764,5 = 2316994 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + V_s \text{ min}) = 0,75 \times (579248,6 + 89933,33)$$

$$= 501886,4 \text{ N}$$

$$\Phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d) =$$



$$\begin{aligned}
 &= 0,75 \times (579248,6 + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 830 \times 764,5) \\
 &= 1303309 \text{ N} \\
 \Phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f'_c} b_w d) &= 0,75 \times (0 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 830 \times 764,5) \\
 &= 2172182 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Maka termasuk kondisi 2

$$\begin{aligned}
 &0,5 \Phi V_c < V_u < \Phi V_c \\
 &217218,2 \text{ N} < 360987,47 \text{ N} < 434436,4 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Kondisi 2

S maks < d/2 < 600 mm

d/2 = 337,25 mm

Tulangan confinement terpasang:

4  $\Phi$  13 – 100 mm

$$A_v \text{ min} = \frac{1}{3} \frac{b_w S}{f_y} = \frac{1}{3} \frac{830 \times 100}{400} = 103,75 \text{ mm}^2$$

Dipasang 4  $\Phi$  13 – 100 mm

$$A_s = 4 \times 132,7323 = 530,9292 \text{ mm}^2$$

b. Hitung tulangan transversal penahan geser untuk luar daerah sepanjang lo dari ujung-ujung kolom.

- Hitung kuat geser beton bila dianggap berkontribusi menahan geser

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_w d$$

$N_u$  = gaya tekan terkecil dari kombinasi beban

$$N_u = 2942730 \text{ N}$$

$$\frac{N_u}{A_g} = \frac{2942730}{688900} = 4,27$$

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{4,27}{14} \right) \sqrt{30} \times 830 \times 764,5 = 771107 \text{ N}$$

$$V_u = 360987,47 \text{ N}$$

$V_u < V_c$  Tulangan geser minimum

Pasang tulangan

Tulangan confinement terpasang

4  $\Phi$  13 – 150 mm

### **Perhitungan Lap Splice Tulangan Kolom**

Diameter tulangan kolom : 25 mm

$$l_d = 48 d_b = 48 \times 25 = 1200 \text{ mm}$$

$$1,3 l_d = 1560 \text{ mm}$$

1,3  $l_d$  dapat direduksi apabila luas tulangan geser melebihi:

$$0,0015 \times h \times s$$

$h$  = tinggi kolom

$s$  = jarak tulangan geser

$$0,0015 h s = 0,0015 \times 830 \times 100 = 124,5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ geser} = 7853,982 \text{ mm}^2$$

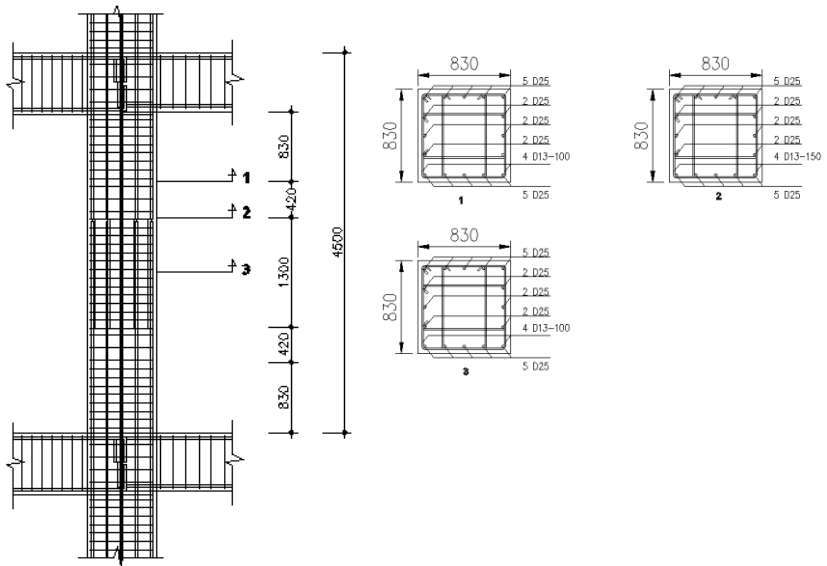
$A_s \text{ geser} > 0,0015 h s \rightarrow$  panjang 1,3  $l_d$  dapat direduksi

Sehingga panjang lap splices =  $0,83 \times 1560 = 1294,8 \text{ mm}$

Diambil 1300 mm

Tulangan confinement pada lap splice menggunakan confinement seperti pada daerah lo kolom yaitu

4  $\Phi$  13 – 100 mm



Gambar 4. 66 Hasil Perhitungan Penulangan Kolom 1

### Perhitungan Kolom 2

Data-data perencanaan :

Dimensi Kolom	: 500 x 500mm
Tinggi kolom	: Lantai 1 = 4,5 m Lantai 2-8 = 4 m
Mutu beton $f_c'$	: 30 Mpa
Mutu baja $f_y$	: 400 Mpa
D tul memanjang	: D25 mm
D tul sengkang	: D13 mm
Cover	: 40 mm

## Gaya Aksial Kolom

Kolom	Pu	Mx	My
Kolom di lantai atas			
1.2D + 1.6 L =	115356,3 Kg		
1.2D + 1L+ 1E =	165102,4 Kg	5939,93 Kgm	11821,29 Kgm
Kolom yg didesain			
1.2D + 1.6 L =	134193,3 Kg		
1.2D + 1L+ 1E =	194982,7 Kg	11429,02Kgm	11501,55 Kgm
Kolom Lantai Bawah			
1.2D + 1.6 L =	143173 Kg		
1.2D + 1L+ 1E =	211900,6 Kg	5455 Kgm	23024 Kgm

Cek syarat komponen struktur penahan gempa

- Gaya aksial terfaktor maksimum yang bekerja pada kolom harus melebihi  $A_g f'_c / 10$  (SNI2847:2013 pasal 21.6.1).

$$P_u = 556676.8 \text{ Kg}$$

$$\frac{A_g f_c}{10} = \frac{500 \times 500 \times 30}{10} = 75000 \text{ Kg} < 194982,7 \text{ Kg}$$

Maka syarat gaya aksial kolom melebihi  $\frac{A_g f_c}{10}$  terpenuhi

- Sisi terpendek penampang kolom tidak kurang dari 300 mm (SNI2847:2013 pasal 21.6.1.1)

Sisi terpendek kolom = 500 mm, sehingga syarat terpenuhi

- Rasio dimensi penampang tidak kurang dari 0,4 (SNI2847:2013 pasal 21.6.1.2)

$$\frac{b}{h} = \frac{500}{500} = 1 > 0,4 \text{ (oke)}$$

Menentukan tulangan kolom berdasarkan gaya dalam.

Luas tulangan longitudinal penahan lentur tidak boleh kurang dari  $0,01A_g$  atau lebih dari  $0,06A_g$  (SNI32847:2013 pasal 21.6.3.1). Hasil dari PCACOL didapat konfigurasi tulangan **8 D25**

Jenis	Dimensi		Jumlah	As (mm <sup>2</sup> )
	Diameter	Luas/bar		
25	25	490.8739	8	3926,991

$$\rho = \frac{3926,99}{830 \times 830} = 0,0157$$

syarat  $0,01 < 0,0157 < 0,06$  memenuhi

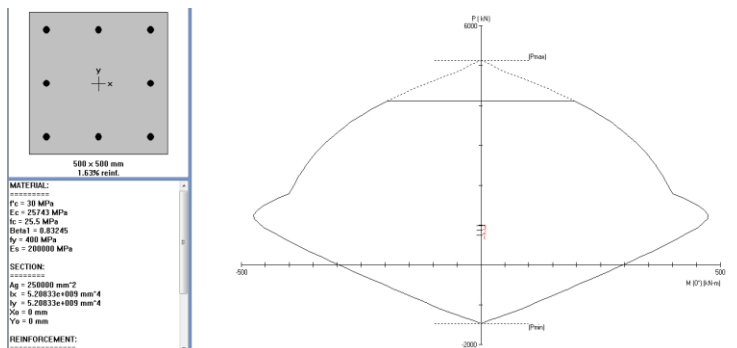


Diagram interaksi P-M PCACOL

Menentukan Kuat Kolom

Cek syarat *strong column weak beam*.

Kekuatan kolom harus memenuhi  $\sum M_{nc} \geq (1,2) \sum M_{nb}$   
(SNI32847:2013 pasal 21.6.2.2).

c) Menentukan nilai  $\sum M_{nb}$

MnB4

Tulangan Tarik = 10275,99 Kgm

Tulangan Tekan = 6942,2 Kgm

$\Sigma M_{nb}$  arah x = 6942,2 Kgm

$1,2 \Sigma M_{nb}$  arah x =  $1,2 \times 10275,99 = 12331,18$  Kgm

d) Menentukan nilai  $M_{nc}$

Output Desain kolom pada PCA COL

Dari PCA Col

Factored Loads and Moments with Corresponding Capacities: (see user's manual for notation)						
No.	Pu kN	Mux kN-m	Muy kN-m	fMnx kN-m	fMny kN-m	fMn/Mu
1	1651.0	59.9	118.2	157.8	311.5	2.635
2	1949.8	114.3	115.0	236.5	237.9	2.069
3	2119.0	54.0	230.0	82.5	351.5	1.528

Pu above = 165102,4 Kg

$\Phi M_n = 35150$  Kgm

Pu desain = 194982,7 Kg

$\Phi M_n = 23770$  Kgm

$\Sigma M_{nc} = 35150 + 23770 = 58940$  Kgm

$\Sigma M_{nc} > 1,2 \Sigma M_{nb}$

$58940$  Kgm  $> 12331,18$  Kgm (oke)

$$P_u \text{ below} = 211900,6 \text{ Kg}$$

$$\Phi M_n = 31150 \text{ Kgm}$$

$$P_u \text{ desain} = 194982,7 \text{ Kg}$$

$$\Phi M_n = 23770 \text{ Kgm}$$

$$\Sigma M_{nc} = 31150 + 23770 = 54940 \text{ Kgm}$$

$$\Sigma M_{nc} > 1,2 \Sigma M_{nb}$$

$$54940 \text{ Kgm} > 24706,39 \text{ Kgm} \text{ (oke)}$$

### Desain Tulangan Confinement

Untuk daerah sepanjang  $l_o$  dari ujung-ujung kolom total luas penampang *hoop* tidak boleh kurang dari salah satu yang terbesar antara (SNI2847:2013 pasal 21.6.4.4) :

$$A_{sh1} = 0,3 \left( \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}} \right) \left( \frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \text{ dan } A_{sh2} = 0,09 \frac{s b_c f'_c}{f_{yt}}$$

Direncanakan tulangan confinement  $\Phi 13$

Jenis	Dimensi		Jumlah	As (mm <sup>2</sup> )
	Diameter	Luas/bar		
13	13	132,732	3	398,197

$$bc = b - 2 (\text{cover} + \frac{1}{2} db)$$

$$= 500 - 2 (40 + 6,5) = 407 \text{ mm}$$

$$A_{oh} = (b-2 \text{ cover}) \times (h-2 \text{ cover})$$

$$= (500 - (2 \times 40)) \times (500 - (2 \times 40)) = 176400 \text{ mm}^2$$

$$A_{sh1} = 0,3 \left( \frac{s b_c f_c}{f_y} \right) \left( \frac{A_g f_c}{A_{oh}} - 1 \right) =$$

$$A_{sh1} = 0,3 \left( \frac{407 \times 30}{400} \right) \left( \frac{500 \times 500}{176400} - 1 \right) = 3,82 \text{ mm}^2/\text{mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Ash}_2 &= 0,09 \frac{sb c \times f c}{f y} \\ &= 0,09 \frac{407 \times 30}{400} = 2,74 \text{ mm}^2/\text{mm} \end{aligned}$$

Maka Ash = 3,82 mm<sup>2</sup>/mm

Spasi maksimum diambil yang terkecil dari

$\frac{1}{4}$  dimensi kolom terkecil =  $\frac{1}{4} \times 500 = 125 \text{ mm}$

6 diameter tulangan longitudinal =  $6 \times 25 = 150 \text{ mm}$

S0 100 – 150 mm

Diambil Spasi = 100 mm

Ash =  $3,82 \times 100 = 382 \text{ mm}^2 < 398,197 \text{ mm}^2$  (oke)

Tulangan confinement disediakan sepanjang L0

L0 dipilih yang terbesar dari:

Tinggi elemen kolom = 500 mm

$\frac{1}{6}$  tinggi bersih kolom =  $\frac{1}{6} \times (4500 - 500) = 666,67 \text{ mm}$

450 mm

Diambil = 700 mm

Tulangan confinement disediakan selain sepanjang L0

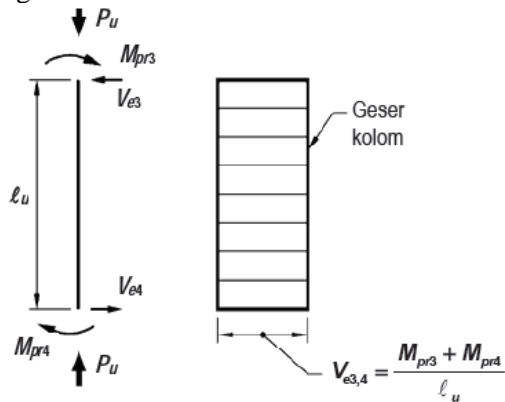
Diberi tulangan dengan spasi minimum (SNI 2847:2013 Pasal 21.6.45)

- 6 diameter tulangan longitudinal terkecil  
 $6 d_b = 6 \times 25 = 150 \text{ mm}$
- 150 mm

Maka jarak diambil 150 mm



## Desain Tulangan Geser



67 Gaya Geser Desain Kolom SRPMK

$$V = \frac{\sum M_{pr_{atas}} DF_{atas} + \sum M_{pr_{bawah}} DF_{bawah}}{l_u}$$

$$V = \frac{(27806,99) \times 0,5 + (27806,99) \times 0,47}{4}$$

$$= 6747,28 \text{ Kg}$$

Cek apakah kontribusi beton diabaikan atau tidak dalam menahan gaya geser desain (untuk daerah sepanjang  $l_o$  dari ujung-ujung kolom)

Kontribusi beton diabaikan dalam menahan gaya geser rencana bila (SNI32847:2013 pasal 21.6.5.2) :

- Gaya geser yang ditimbulkan gempa,  $V_{sway}$ , mewakili setengah atau lebih dari kekuatan geser perlu maksimum dalam  $l_o$ .
- Gaya tekan aksial terfaktor,  $P_u < A_g f_c / 10$ .

$$P_u = 86841,67 \text{ Kg}$$

$$\frac{A_g F_c}{10} = \frac{500 \times 500 \times 30}{10} = 75000 \text{ Kg}$$

Maka  $P_u > A_g f_c / 10$ , sehingga kontribusi beton dihitung

Menghitung kondisi untuk tulangan geser

$$V_u = 6747,28 \text{ Kg}$$

$$d \text{ kolom} = \left( 500 - 40 - 13 - \frac{25}{2} \right) = 434,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 500 \times 434,5 = 198321,2 \text{ N}$$

$$\varphi V_c = 0,75 \times = 148740,9 \text{ N}$$

$$0,5 \varphi V_c = 0,5 \times = 74370,45 \text{ N}$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} b w d = 1/3 \times 500 \times 434,5 = 72416,67 \text{ N}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 500 \times 434,5 = 793284,8 \text{ N}$$

$$\varphi (V_c + V_s \text{ min}) = 0,75 \times (198321,2 + 72416,67) \\ = 203053,4 \text{ N}$$

$$\varphi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d) =$$

$$= 0,75 \times \left( + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 500 \times 434,5 \right)$$

$$= 446222,7 \text{ N}$$

$$\varphi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d)$$

$$= 0,75 \times \left( 198321,2 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 500 \times 434,5 \right)$$

$$= 743704,5 \text{ N}$$

Maka termasuk kondisi 1

$$V_u < 0,5 \varphi V_c$$

$$67472,8 \text{ N} < 74370,45 \text{ N}$$

Kondisi 1

$$S \text{ maks} < d/2 < 600 \text{ mm}$$

$$d/2 = 337,25 \text{ mm}$$

Tulangan confinement terpasang:

$$3 \Phi 13 - 100 \text{ mm}$$

$$A_v \text{ min} = \frac{1}{3} \frac{b_w S}{f_y} = \frac{1}{3} \frac{830 \times 100}{400} = 103,75 \text{ mm}^2$$

Dipasang 3  $\Phi$  13 – 100 mm

$$A_s = 3 \times 132,7323 = 398,197 \text{ mm}^2$$

b. Hitung tulangan transversal penahan geser untuk daerah selain sepanjang lo dari ujung-ujung kolom.

- Hitung kuat geser beton bila dianggap berkontribusi menahan geser

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{N_u}{14A_g} \right) \lambda \sqrt{f'_c} b_w d$$

$N_u$  = gaya tekan terkecil dari kombinasi beban

$$N_u = 2942730 \text{ N}$$

$$\frac{N_u}{A_g} = \frac{747158,3}{250000} = 2,98$$

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2,98}{14} \right) \sqrt{30} \times 500 \times 434,5 = 245470 \text{ N}$$

$$V_u = 67472,85 \text{ N}$$

$V_u < V_c$  Tulangan geser minimum

Pasang tulangan

Tulangan confinement terpasang

3  $\Phi$  13 – 150 mm

### Perhitungan Lap Splice Tulangan Kolom

Diameter tulangan kolom : 25 mm

$$l_d = 48 d_b = 48 \times 25 = 1200 \text{ mm}$$

$$1,3 l_d = 1560 \text{ mm}$$

1,3  $l_d$  dapat direduksi apabila luas tulangan geser melebihi:

$$0,0015 \times h \times s$$

$h$  = tinggi kolom

$s$  = jarak tulangan geser

$$0,0015 h s = 0,0015 \times 830 \times 100 = 124,5 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ geser} = 7853,982 \text{ mm}^2$$

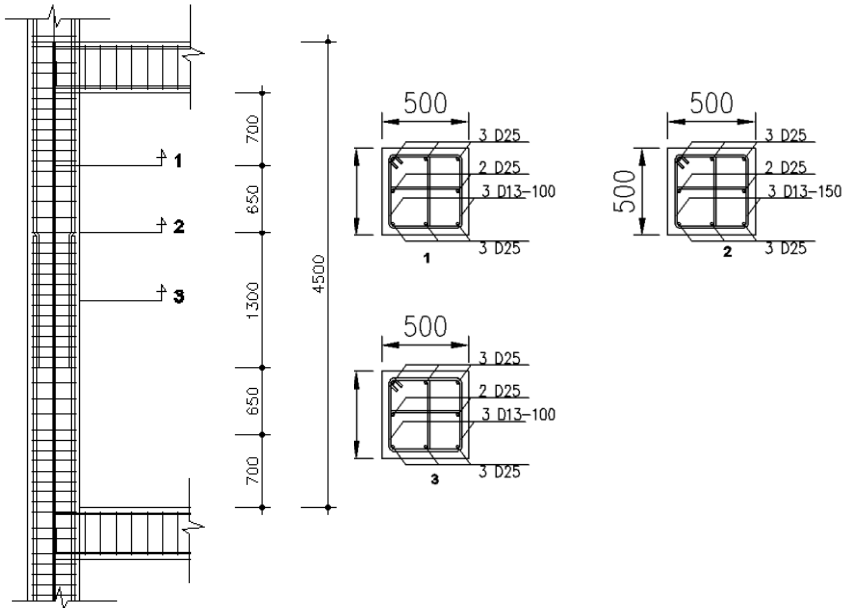
$A_s \text{ geser} > 0,0015 h s \rightarrow$  panjang  $1,3 l_d$  dapat direduksi

Sehingga panjang lap splices =  $0,83 \times 1560 = 1294,8 \text{ mm}$

Diambil 1300 mm

Tulangan confinement pada lap splice menggunakan confinement seperti pada daerah lo kolom yaitu

$3 \Phi 13 - 100 \text{ mm}$



Gambar 4. 68 Hasil Perhitungan Penulangan Kolom 2

#### 4.5.3 Desain Hubungan Balok Kolom

Data perencanaan

a. Mutu Beton ( $f_c'$ )	=	30	MPa
b. Tul lentur ( $f_y$ )	=	400	MPa
c. Tul geser ( $f_y$ )	=	400	MPa
d. $h_{kolom}$	=	830	mm
e. $b_{kolom}$	=	830	mm
d. D blk	=	25	mm

Dimensi Joint

$$A_j = 830 \times 830 = 688900 \text{ mm}^2$$

Menurut SNI 2847 - 2013 Ps. 21.7.2.3 panjang joint yang di ukur paralel terhadap tulangan lentur balok tidak boleh kurang dari 20 db terbesar

$$\text{Panjang joint} = 20 \times 25 = 500 \text{ mm} < b \text{ kolom}$$

Menurut SNI 2847 2013 Ps. 21.7.3.1 joint harus dipasang tulangan confinement. SNI 2847:2013 pasal 21.7.3.2 untuk joint interior, jumlah tulangan confinement setidaknya **setengah** dari tulangan confinement yang dibutuhkan di ujung-ujung kolom. Spasi vertikal tulangan confinement ini diizinkan untuk diperbesar hingga **150 mm**.

Dari perhitungan kolom didapat  $A_{sh/s} = 4.97 \text{ mm}^2/\text{m}$

$$0.5 \times A_{sh/s} = 2.487 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Jarak diambil = 150 mm

$$A_{sh} = s \times A_{sh/s} = 373,106 \text{ mm}^2$$

Direncanakan

Jenis	Dimensi		Jumlah	As (mm <sup>2</sup> )
	Diameter	Luas/bar		
13	13	132.7323	3	398,196

Ash < As

$$373,106 \text{ mm}^2 < 398,196 \text{ mm}^2 \text{ (oke)}$$

Menghitung Gaya Geser di join

$$V_u = V_s - C_2 - T_1$$

Data balok yang bertemu di Join

B1

$$\text{Tulangan tarik} = 6 \text{ D25} \rightarrow A_s = 2945,243 \text{ mm}^2$$

$$M_{pr1} = 88711,37 \text{ Kgm}$$

$$M_{pr2} = 47019,9187 \text{ Kgm}$$

B2

$$\text{Tulangan tarik} = 4 \text{ D25} \rightarrow A_s = 1963,495 \text{ mm}^2$$

$$M_{pr1} = 57002,13 \text{ Kgm}$$

$$M_{pr2} = 29854,32 \text{ Kgm}$$

Menghitung T1 dan C2

$$T_1 = 1,25 \times A_s \times f_y = 1,25 \times 2945,243 \times 400 = 1472,622 \text{ Kn}$$

$$C_2 = T_2$$

$$= 1,25 \times A_s \times f_y = 1,25 \times 1963,495 \times 400 = 981,748 \text{ Kn}$$

$$V_s = \frac{\sum M_{pr_{atas}} DF_{atas} + \sum M_{pr_{bawah}} DF_{bawah}}{l_u}$$

$$V_s = \frac{(88711,4) \times 0,5 + (29854,32) \times 0,5}{3,26}$$

$$= 36369,8 \text{ Kg}$$

$$V_u = V_s - C_2 - T_1$$

$$V_u = 363,698 - 981,748 - 1472,622 = 2090,67 \text{ Kn}$$

Kuat Geser nominal join yang dikekang di empat sisi

$$\Phi V_n = 1,7 \sqrt{f_c} A_j$$

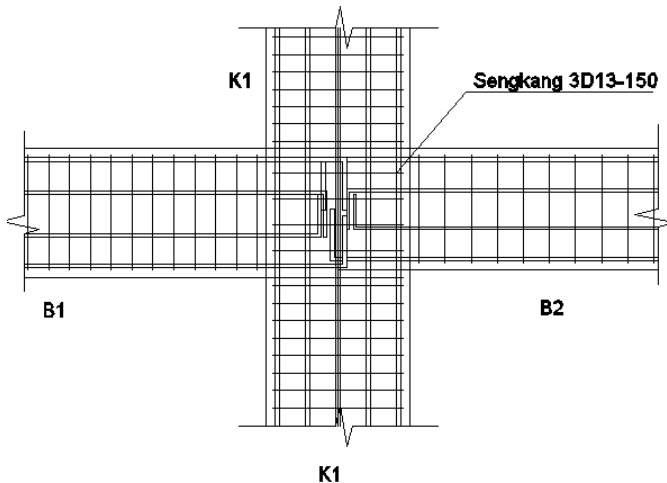
$$\Phi V_n = 1,7 \times \sqrt{30} \times 688900 = 4810907,391 \text{ N}$$

Maka  $\phi V_n = 4810,907 \text{ Kn} > 2090,67 \text{ Kn}$

Beton mampu menahan gaya geser

Sehingga tulangan dipasang

$3 \phi 13 - 150 \text{ mm}$



Gambar 4. 69 Penulangan Hubungan Balok Kolom

#### 4.5.4 Desain Dinding Geser

Data perencanaan dinding geser :

Tebal dinding	: 20 cm
Tebal decking	: 40 mm
Tulangan	: 16 mm
$d'$	: mm
Mutu tulangan ( $f_y$ )	: 400 MPa
Mutu beton ( $f'_c$ )	: 30 Mpa
Tinggi lantai	: 450 cm
Panjang dinding	: 300 cm

Gaya pada dinding geser hasil dari permodelan SAP

$P_u = 331652,89 \text{ Kg}$

$V_u = 59151,49 \text{ Kg}$

$$Mu = 525411,98 \text{ Kg}$$

Kontrol Ketebalan minimum dinding geser

Menurut SNI 2847:2013 pasal 21.9.4.4, kuat geser nominal dinding tidak boleh melebihi :

$$0.83 \times Acv \times \sqrt{fc}$$

dengan :

$Acv$  : Luas penampang dinding yang ditinjau

$$0.83 \times Acv \times \sqrt{fc} > Vu$$

$$0.83 \times 3000 \times 200 \times \sqrt{30} > Vu$$

$$218213 \text{ Kg} > 65069,62 \text{ Kg}$$

Maka ketebalan dinding geser sudah mencukupi dalam menahan gaya geser.

Penulangan Geser Shearwall Minimum

Menurut SNI 2847 2013 Pasal 21.9.2.2 Paling sedikit dua tiral tulangan harus digunakan jika :

$$0.17 Acv \lambda \sqrt{fc} < Vu$$

$$0.17 \times 600000 \times 1 \sqrt{30} = 55867,7 \text{ Kg}$$

$55867,7 \text{ Kg} < 65069,62 \text{ Kg}$  , maka diperlukan 2 lapis tulangan

Menurut SNI 2847 2013 pasal 21.9.2.1 mengharuskan bahwa dinding struktural:

- $\rho_{min}$  adalah 0.0025
- spasi maksimum adalah 450 mm.

Luas dinding geser per meter panjang

$$= 0.2 \text{ m} \times 1 \text{ m} = 0.2 \text{ m}^2$$

Luas kebutuhan tulangan minimum per meter persegi adalah

$$= 0.2 \text{ m}^2 \times 0.0025 = 0.0005 \text{ m}^2 = 500 \text{ mm}^2$$



Bila digunakan baja tulangan D16, maka

$D = 16 \text{ mm}$

$N = 2 \text{ lapis}$

$A_s = 402.124 \text{ mm}^2$

Maka jumlah tulangan per meter persegi adalah

$$n = \frac{500}{402,124} = 1.24 \approx 2 \text{ buah}$$

$$s = \frac{1000}{2} = 500 \text{ mm} > 450 \text{ mm, jarak diambil } 250 \text{ mm}$$

Maka tulangan dipakai 2 D16 – 250 mm

Menentukan Tulangan untuk Menahan Geser

Menggunakan konfigurasi tulangan yang didapat sebelumnya, yaitu 2D16 – 250 mm. Berdasarkan SNI 2847 2013 pasal 21.9.4.1 kuat geser nominal dinding struktural dapat dihitung dengan persamaan berikut

$$V_n = A_c v (\alpha_c \lambda \sqrt{f_c} + \rho_t f_y)$$

$$\alpha_c = 0,25 \text{ untuk } h_w / l_w \leq 1.5$$

$$= 0,17 \text{ untuk } h_w / l_w \geq 2$$

$$h_w / l_w = 32,5 / 3 = 10.8, \text{ maka } \alpha_c = 0.17$$

Rasio tulangan terpasang adalah

$$\rho = \frac{A_v}{d \times s} \rightarrow d = 0,8 l_w = 0,8 \times 200 = 160 \text{ mm}$$

$$= \frac{402,124}{160 \times 250} = 0.00503 > \rho_{\min} = 0.0025 \text{ (oke)}$$

Kuat geser nominal

$$V_n = A_c v (\alpha_c \lambda \sqrt{f_c} + \rho_t f_y)$$

$$V_n = 600000 (0.17 \times \sqrt{30} + 0.00503 \times 400) = 1765534 \text{ N}$$

$$V_n = 176553,4 \text{ Kg}$$

$$\Phi V_n = 132415,1 \text{ Kg}$$

$$132415,1 \text{ Kg} > 59151,49 \text{ Kg (oke)}$$

Maka dinding cukup kuat menahan gaya geser

Perencanaan Dinding terhadap kombinasi gaya aksial dan lentur

Perencanaan dinding geser terhadap beban kombinasi gaya aksial dan lentur menggunakan PCA COL

Tulangan menggunakan hasil perhitungan sebelumnya yaitu 2 D16 – 250mm

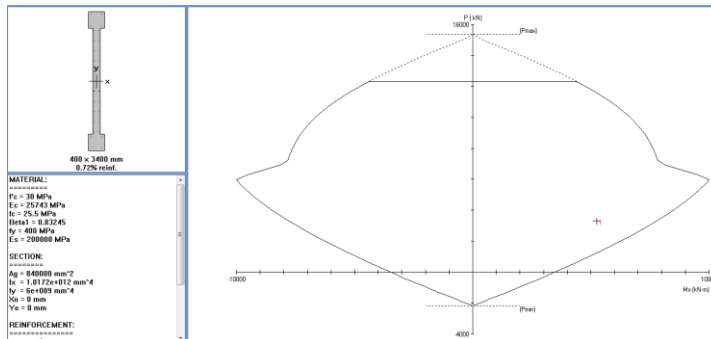
Perhitungan jumlah tulangan sebagai input PCA Col

Panjang dinding = 3000 mm

$$n \text{ tulangan} = \frac{3000}{250} = 12 \text{ buah}$$

karena menggunakan 2 lapis, maka jumlah total tulangan = 2 x 12 = 24 buah

Grafik PCA COL



Maka dinding geser mampu menahan kombinasi gaya aksial dan lentur

Kontrol Komponen Batas  
Berdasarkan Pendekatan Tegangan

$$\frac{Pu}{Ag} + \frac{Mu.y}{Ig} > 0,2 f_c$$

$$\frac{3316528,9}{600000} + \frac{5254119,8 \times 1,5}{4,5 \times 10^{11}} > 0,2 \times 30$$

$$6 > 6 \text{ (Tidak perlu komponen batas)}$$

Berdasarkan Pendekatan Perpindahan  
Komponen batas diperlukan bilai nilai  $c$  (sumbu netral) lebih besar dari berikut:

$$c > \frac{lw}{600 \left( \frac{\delta u}{hw} \right)}$$

$\delta u$  = perpindahan maksimum dinding geser

$$\frac{\delta u}{hw} = \frac{29}{32500} = 0,0009 < 0,007, \text{ maka diambil } 0,007$$

$$\frac{lw}{600 \left( \frac{\delta u}{hw} \right)} = \frac{3}{600 (0,007) \times 1000} = 714,29 \text{ mm}$$

$$c = 881,586 \text{ mm}$$

Maka dibutuhkan komponen batas

Panjang komponen batas

Komponen batas setidaknya harus disediakan sepanjang tidak kurang dari:

- $c - 0,1 lw = 881,586 - 0,1 \times 3000 = 600 \text{ mm}$
- $c/2 = 881,586 / 2 = 440,79 \text{ mm}$

Maka panjang komponen batas diambil 700 mm

Menentukan tulangan longitudinal dan transversal pada komponen batas

Berdasarkan UBC (1997), rasio tulangan longitudinal minimum yang berada di komponen batas tidak boleh kurang dari 0,005

Dimensi komponen batas pada dinding

$$P = 200 \text{ mm}$$

$$L = 200 \text{ mm}$$

Tulangan terpasang :

$$D16-250 \text{ mm}$$

Jumlah tulangan pada komponen batas

$$= 200 / 250 = 0,8 \approx 1 \text{ buah}$$

$$2 \text{ lapis} = 2 \times 1 = 2 \text{ buah}$$

$$\rho = \frac{A_s \times n}{p \times l} = \frac{201,062 \times 2}{200 \times 200} = 0,01005$$

Dimensi komponen batas pada bagian tambahan

$$P = 400 \text{ mm}$$

$$L = 400 \text{ mm}$$

Dipasang Tulangan 4 D16

$$A_s = 804,248 \text{ mm}^2$$

$$\rho = 0,00503 \text{ mm}^2$$

$$\rho \text{ pada SBE} = 0,01005 + 0,00503 = 0,015 > 0,005 \text{ (oke)}$$

Menghitung tulangan confinement shearwall sejajar dinding

Spasi maksimum :

- $1/3$  dimensi terkecil =  $1/3 \times 200 = 66.7 \text{ mm}$
- $6 \text{ db} = 6 \times 16 = 96 \text{ mm}$
- Tidak boleh lebih kecil dari 100 mm

Maka diambil 100mm

Tulangan confinement shearwall sejajar dinding

$B_c = \text{tebal dinding} - (2 \times \text{cover}) - \text{diameter tul confinement}$

$$B_c = 200 - (2 \times 40) - 13 = 107 \text{ mm}$$

Dipasang tulangan

D	As	Jumlah	Ash
13	132.7323	2	265.46

$$\begin{aligned} \text{Ash} &= \frac{0,09 s f_c}{f_{yt}} = \frac{0,09 \times 100 \times 107 \times 30}{400} \\ &= 72,225 \text{ mm}^2 < 265,46 \text{ mm}^2 \text{ (oke)} \end{aligned}$$

Maka dipakai  $2\Phi 13 - 100 \text{ mm}$

Tulangan confinement shearwall tegak lurus dinding

$B_c = \text{jarak tulangan transversal} + \text{diameter tul confinement}$

$$B_c = 250 + 13 = 263 \text{ mm}$$

Dipasang tulangan

D	As	Jumlah	Ash
13	132.7323	2	265.46

$$\begin{aligned} \text{Ash} &= \frac{0,09 s f_c}{f_{yt}} = \frac{0,09 \times 100 \times 263 \times 30}{400} \\ &= 177,525 \text{ mm}^2 < 265,46 \text{ mm}^2 \text{ (oke)} \end{aligned}$$

Maka dipakai  $2\Phi 13 - 100 \text{ mm}$

Tulangan confinement pada wilayah tambahan

$B_c = \text{tebal} - (2 \times \text{cover}) - \text{diameter tul confinement}$

$$B_c = 400 - (2 \times 40) - 13 = 307 \text{ mm}$$

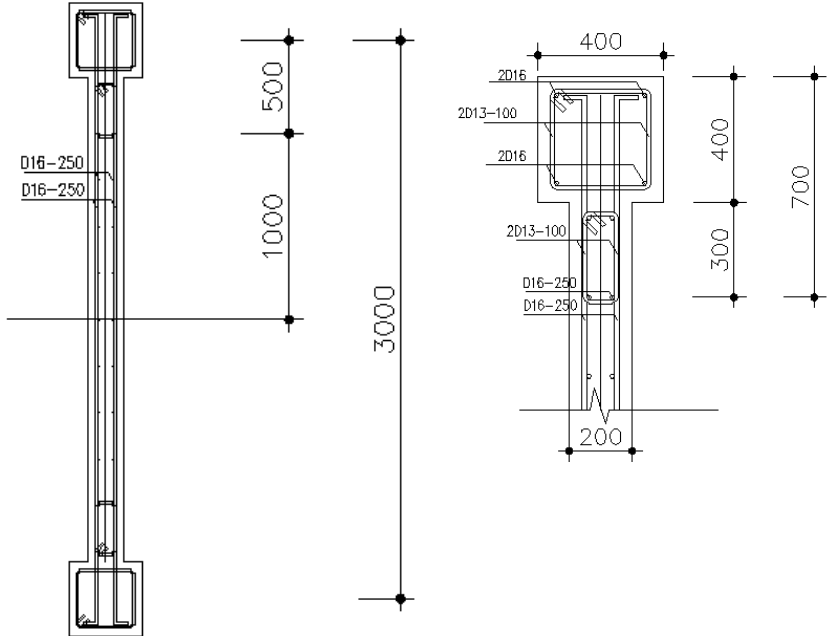
Dipasang tulangan

D	As	Jumlah	Ash
13	132.7323	2	265.46

$$A_{sh} = \frac{0,09 s f_c}{f_{yt}} = \frac{0,09 \times 100 \times 307 \times 30}{400}$$

$$= 207,225 \text{ mm}^2 < 265,46 \text{ mm}^2 \text{ (oke)}$$

Maka dipakai 2Φ13 – 100 mm



Gambar 4. 70 Penulangan *Shearwall*

#### 4.6. Perencanaan Pondasi

##### 4.6.1 Perencanaan Sloof

Data-data perencanaan sloof meliputi:

- |                              |                           |
|------------------------------|---------------------------|
| a) Mutu beton, $f'_c$        | : 30 MPa                  |
| b) Mutu baja tulangan, $f_y$ | : 400 MPa                 |
| c) Diameter tulangan lentur  | : 16 mm ; $f_y = 400$ Mpa |
| d) Diameter tulangan geser   | : 10 mm ; $f_y = 400$ Mpa |

- e) Rencana tulangan torsi : 19 mm ;  $f_y = 400$  Mpa  
 f) Cover : 40 mm

Pembebanan

Dinding = 490 Kg/m

Parapet 0,1 x 0,5 x 2400 = 120 Kg/m

Qd total = 120 + 490 = 610 Kg/m

Contoh perhitungan pada sloof S1

Perhitungan Momen dari program SAP

Mu tumpuan = 36,68 tm

Mu lapangan = 19,4 tm

Perhitungan Tulangan Lentur

Menentukan harga  $\beta_1$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \frac{(f_c - 28)}{7} \quad (\text{SNI 2847 : 2013 Pasal 10.2.7.3})$$

$$= 0.85 - 0.05 (30 - 28) / 7 = 0.849$$

Menentukan batasan nilai tulangan dengan menggunakan syarat rasio tulangan sebagai berikut:

Mencari  $\rho$  balance

$$\rho_b = \frac{0.85 \times \beta_1 \times f_c}{f_y} \left( \frac{600}{600 + f_y} \right)$$

$$= \frac{0.85 \times 0.849 \times 30}{400} \left( \frac{600}{600 + 400} \right) = 0.0325$$

Mencari  $\rho$  maksimum

$\rho_{\max} = 0.025$  (SNI 2847:2013 pasal 21.5.2.1)

$\rho_{\max} = 0.75 \rho_b = 0.75 \times 0.0325 = 0.024$

Mencari  $\rho$  minimum

$$\rho_{\min} = \frac{0.25 \sqrt{f_c}}{f_y} = \frac{0.25 \sqrt{30}}{400} = 0.00342$$

$$\rho_{\min} = \frac{1.4}{f_y} = \frac{1.4}{400} = 0.0035$$

Maka  $\rho_{\min} = 0.0035$

Menentukan harga m

$$m = \frac{f_y}{0.85 f_c} = \frac{400}{0.85 \times 30} = 15.69$$

Perhitungan Tulangan Tumpuan

$$M_u = 36680 \text{ Kgm}$$

$$1. \quad M_u = 40,756 \text{ Tm}$$

$$d = 740 - 40 - 10 - 10/2 = 677,5 \text{ mm}$$

$$2. \quad M_n = M_u / 0.9 = 40,756 \text{ Tm}$$

$$3. \quad R_n = M_n / b d^2 = \frac{40,756}{400 \times 677,5^2} = 2,19$$

$$4. \quad m = 15.69$$

$$5. \quad \rho_{\text{perlu}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 2,19}{400}} \right) = 0.00573$$

$$6. \quad A_s = \rho b d = 0.00573 \times 400 \times 677,5 = 1564,328 \text{ mm}^2$$

Dipakai Tulangan:

$$4 \text{ D25 } A_s = 1964,286 \text{ mm}^2$$

$$\rho_{\text{pakai}} = 0.0072$$

$$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{pakai}} < \rho_{\text{maksimum}}$$

$$0.0035 < 0.0072 < 0.024 \text{ (oke)}$$

Cek momen nominal daerah tumpuan

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0.849 f_c b} = \frac{1964,286 \times 400}{0.849 \times 30 \times 400} = 77,16 \text{ mm}$$

$$\phi M_n = \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right)$$

$$= 0.9 \times 1964,286 \times 400 \times \left( 677,5 - \frac{77,16}{2} \right) = 45,49 \text{ Tm}$$

$$\phi M_n > M_u$$



45,49 Tm > 36,68 Tm (oke)

Cek Kondisi Penampang

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{77,16}{0,849} = 90,92 \text{ mm}$$

$\frac{c}{d} = \frac{90,92}{677,5} = 0,134 < 0,375$  sehingga penampang *tension controlled*.

Perhitungan Tulangan Lapangan

$M_u = 19410 \text{ Kgm}$

1.  $M_u = 19,41 \text{ Tm}$

$$d = 740 - 40 - 10 - 16/2 = 682 \text{ mm}$$

2.  $M_n = M_u / 0.9 = 21,567 \text{ Tm}$

3.  $R_n = M_n / bd^2 = \frac{21,567}{400 \times 677,5^2} = 1,17$

4.  $m = 15.69$

$$\begin{aligned} 5. \quad \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15.69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15.69 \times 1,17}{400}} \right) = 0.003 \end{aligned}$$

Karena kurang dari  $\rho_{\text{min}}$ , maka dipakai  $\rho_{\text{min}}$

6.  $A_s = \rho b d = 0.0035 \times 400 \times 677,5 = 948,5 \text{ mm}^2$

Dipakai Tulangan:

$$2 \text{ D}25 \text{ A}_s = 982,143 \text{ mm}^2$$

$\rho_{\text{pakai}} = 0.00362$

$\rho_{\text{min}} < \rho_{\text{pakai}} < \rho_{\text{maksimum}}$

$0.0035 < 0.00362 < 0.024$  (oke)

Cek momen nominal daerah lapangan

$$a = \frac{A_s \times f_y}{0,849 f_c b} = \frac{982,143 \times 400}{0,849 \times 30 \times 400} = 38,58 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \phi M_n &= \phi A_s f_y \left( d - \frac{a}{2} \right) \\ &= 0,9 \times 982,143 \times 400 \times \left( 677,5 - \frac{38,58}{2} \right) = 23,272 \text{ Tm} \end{aligned}$$

$$\phi M_n > M_u$$

$$23,272 \text{ Tm} > 19,41 \text{ Tm (oke)}$$

Cek Kondisi Penampang

$$c = \frac{a}{\beta_1} = \frac{38,58}{0,849} = 45,46 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{d} = \frac{45,46}{677,5} = 0,0674 < 0,375 \quad \text{sehingga penampang } \textit{tension controlled}.$$

Perhitungan Tulangan Geser

$$V_u \text{ tumpuan} = 196348 \text{ N}$$

$$V_u \text{ lapangan} = 156836 \text{ N}$$

Menghitung kondisi untuk tulangan geser tumpuan

$$d \text{ balok} = 677,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 400 \times 677,5 = 247388 \text{ N}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 247388 = 185541 \text{ N}$$

$$0,5 \phi V_c = 0,5 \times 185541 = 92770,5 \text{ N}$$

$$V_s \text{ min} = \frac{1}{3} b w d = \frac{1}{3} \times 400 \times 677,5 = 90333,3 \text{ N}$$

$$V_s \text{ max} = \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 677,5 = 989552,1 \text{ N}$$

$$\begin{aligned} \phi (V_c + V_s \text{ min}) &= 0,75 \times (247388 + 90333,3) \\ &= 253291 \text{ N} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d) &= \\ &= 0,75 \times (247388 + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 677,5) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 556623 \text{ N} \\
 \Phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d) \\
 &= 0,75 \times (247388 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 677,5) = 927705,1 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Phi V_c < V_1 < (\Phi V_c + V_{smin}) \\
 185541 \text{ N} < 196348 \text{ N} < 253291 \text{ N} \\
 \text{(kondisi 3)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 S_{maks} < d/2 < 600 \text{ mm} \\
 d/2 = 677,5 / 2 = 338,75 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$s \text{ pakai} = 150 \text{ mm}$$

$$A_v = \frac{b w \times s}{3 f_y} = \frac{400 \times 150}{3 \times 400} = 50 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned}
 \text{Dipakai } \Phi 10 - 150 \text{ mm} \\
 A_s \Phi 10 = 78,54 \text{ mm}^2 \\
 2 \text{ kaki} = 157,08 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Menghitung kondisi untuk tulangan geser lapangan} \\
 V_u = 156836 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 d \text{ balok} &= 677,5 \text{ mm} \\
 V_c &= \frac{1}{6} \sqrt{f_c} b w d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 400 \times 677,5 = 247388 \text{ N} \\
 \Phi V_c &= 0,75 \times 247388 = 185541 \text{ N} \\
 0,5 \Phi V_c &= 0,5 \times 185541 = 92770,5 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 V_{s \text{ min}} &= \frac{1}{3} b w d = 1/3 \times 400 \times 589 = 90333,3 \text{ N} \\
 V_{s \text{ max}} &= \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d = \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 350 \times 677,5 = 989552,1 \text{ N} \\
 \Phi (V_c + V_{s \text{ min}}) &= 0,75 \times (247388 + 90333,3) \\
 &= 253291 \text{ N}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\Phi (V_c + \frac{1}{3} \sqrt{f_c} b w d) &= \\ &= 0,75 \times (247388 + \frac{1}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 677,5) \\ &= 556623 \text{ N} \\ \Phi (V_c + \frac{2}{3} \sqrt{f_c} b w d) &= \\ &= 0,75 \times (247388 + \frac{2}{3} \times \sqrt{30} \times 400 \times 677,5) = 927705,1 \text{ N}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}0,5 \Phi V_c < V_1 < \Phi V_c \\ 92770,5 \text{ N} < 156836 \text{ N} < 185541 \text{ N} \\ \text{(kondisi 2)}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}S_{\text{maks}} < d/2 < 600 \text{ mm} \\ d/2 = 677,5 / 2 = 338,75 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}s_{\text{pakai}} &= 150 \text{ mm} \\ A_v &= \frac{b w \times s}{3 f_y} = \frac{400 \times 150}{3 \times 400} = 50 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Dipakai } \Phi 10 - 150 \text{ mm} \\ A_s \Phi 10 &= 78,54 \text{ mm}^2 \\ 2 \text{ kaki} &= 157,08 \text{ mm}^2 > A_v \text{ (oke)}\end{aligned}$$

#### 4.6.2 Daya Dukung Tanah

Daya dukung tanah tiang terdiri dari daya dukung tanah pada dasar pondasi ( $Q_p$ ) dan daya dukung tanah dari daya lekatan tanah pada sekeliling pondasi ( $Q_s$ ). Sehingga rumus daya dukung tanah dapat dirumuskan sebagai berikut:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Peninjauan daya dukung tanah juga bergantung dengan:

1. Daya dukung tiang pancang tunggal
2. Daya dukung tiang pancang dalam kelompok

Data Perencanaan Pondasi

Perhitungan daya dukung tiang pancang tunggal

Perhitungan daya dukung tiang pancang berdasarkan hasil dari uji *Standard Penetration Test (SPT)* dengan kedalaman 30 m.

Tabel hasil uji SPT

Dalam	Np=	Nav
1	0	0
2	0	0
3	12	4
4	14	6.5
5	16	8.4
6	17	9.8
7	18	11.0
8	19	12.0
9	20	12.9
10	20.5	13.65
11	22	14.4
12	22.8	15.1
13	27	16.0
14	28	16.9
15	29	17.7
16	29.4	18.4
17	34	19.3
18	37	20.3
19	34	21.0
20	30	21.5
21	28	21.8
22	27.8	22.1
23	33	22.5
24	40	23.3
25	37	23.8

26	34	24.2
27	38	25.19
28	48	25.7
29	47	26.4
30	44	27.0

Direncanakan pondasi pada kedalaman 27 m.  
Menggunakan tiang pancang WIKA D= 45 cm  
P ijin = 149,5 Ton

$$N_p = 38 \quad N_{av} = 25,19$$

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

$$Q_p = 40 \cdot N \cdot A_p + \frac{A_s \cdot N_{av}}{5}$$

$$\text{Luas Penampang Ujung (} A_p \text{)} = \frac{1}{4} \pi 0,45^2 = 0,159 \text{ m}^2$$

$$\text{Luas Selimut tiang} = \frac{1}{4} \pi 0,45 \times 27 \text{ m} = 38,17 \text{ m}^2$$

$$Q_p = 40 \times 38 \times 0,159 = 241,74 \text{ Ton}$$

$$Q_s = \frac{25,19 \times 38,17}{5} = 192,35 \text{ Ton}$$

$$Q_u = 241,74 + 192,35 = 434,09 \text{ Ton}$$

$$Q_{ijin} = \frac{434,09}{3} = 144,7 \text{ Ton} < P \text{ ijin tiang} = 149,5 \text{ T}$$

#### 4.6.3 Perhitungan Tiang Pancang dan Poer

Pondasi Tiang Tengah

Perhitungan Daya Dukung Tiang Pancang kelompok

Diketahui dari output SAP

$$P_u = 503,09 \text{ T (1D + 1L)}$$

$$P_u = 583,328 \text{ T (1D + 1L + 1 Ex)}$$

$$P_u = 566,48 \text{ T (1D + 1L + 1 Ey)}$$

$$P_u = 647,04 \text{ T (1,2D + 1,6L)}$$

Jumlah Tiang Pancang yang dibutuhkan adalah

$$n = \frac{647 T}{144,7} = 4,5 \text{ buah} \approx 5 \text{ buah}$$

Perencanaan Dimensi Poer

Jarak Antar Tiang

$$S > 2,5 D$$

$$S > 2,5 \times 0,45 = 1,1 \text{ m. Diambil} = 1,1 \text{ m}$$

Jarak tiang pancang ke tepi

$$S = 1,5 D$$

$$S = 1,5 \times 0,45 = 0,675 \text{ m. Diambil} = 0,7 \text{ m}$$

Sehingga Panjang dan Lebar poer

$$P = 2 \times 0,55 + 0,7 = 1,8 \text{ m} \times 2 = 3,6 \text{ m}$$

$$L = 2 \times 0,55 + 0,7 = 1,8 \text{ m} \times 2 = 3,6 \text{ m}$$

Direncanakan tinggi poer = 1 m

Pengecekan ulang Kebutuhan Tiang Pancang

$$P \text{ max} \quad : 647 T$$

$$\text{Berat poer} \quad : 3,6 \times 3,6 \times 2,4 \times 1 = 31,104 T$$

$$P \text{ total} = 647 T + 31,104 T = 678,1 T$$

$$n = \frac{678,1 T}{144,7} = 4,7 \text{ buah} \approx 5 \text{ buah}$$

Koefisien efisiensi menurut Converse Labarre

Untuk daya dukung tiang pancang kelompok, perlu dikoreksi terlebih dahulu dengan koefisien efisiensi

$$Q_{L(\text{group})} = Q_{L(\text{1 tiang})} \times n \times \text{efisiensi}$$

n = jumlah tiang dalam group

Dengan menggunakan perumusan Converse – Labarre :

$$E_k = 1 - \theta \left[ \frac{(n-1)m + (n-1)m}{90mn} \right]$$

Dimana :

D	= diameter tiang pancang
s	= jarak antar tiang pancang
m	= jumlah tiang pancang dalam 1 baris
n	= jumlah baris tiang pancang
$\Theta$	= Arc tg D/s

$$D/s = 0,45 / 1,1 = 0,409$$

$$\text{Arc Tg } D/s = 22,24^{\circ}$$

$$E_k = 0,67$$

$$P \text{ ijin} = 144,7 \times 0,67 = 97,02 \text{ T}$$

#### Perhitungan P ijin Kelompok

##### Beban Kombinasi 1D + 1L

$$\begin{aligned} P_u &= 503,09 \text{ T} & M_y &= 1,08 \text{ Tm} & M_x &= -1,03 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 0,68 \text{ T} & H_y &= -2,7 \text{ T} \end{aligned}$$

##### Beban Kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$\begin{aligned} P_u &= 583,33 \text{ T} & M_y &= 47,8 \text{ Tm} & M_x &= 8,52 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 12,55 \text{ T} & H_y &= -5,6 \text{ T} \end{aligned}$$

##### Beban Kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$\begin{aligned} P_u &= 566,48 \text{ T} & M_y &= 24,77 \text{ Tm} & M_x &= 55,28 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 6,63 \text{ T} & H_y &= -15,38 \text{ T} \end{aligned}$$

##### Beban Kombinasi 1,2D + 1,6L

$$\begin{aligned} P_u &= 647,04 \text{ T} & M_y &= 1,43 \text{ Tm} & M_x &= 4,74 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 0,88 \text{ T} & H_y &= -3,54 \text{ T} \end{aligned}$$

#### Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L

$$P_u = 503,09 + 31,104 = 534,2 \text{ T}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= -1,03 + (-2,7 \times 1) & &= 1,075 + (0,67 \times 1) \\ &= -3,37 \text{ Tm} & &= 1,75 \text{ Tm} \end{aligned}$$

#### Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$P_u = 583,33 + 31,104 = 614,43 \text{ T}$$



$$\begin{aligned}\Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d \\ &= 8,52 + (-5,6 \times 1) \\ &= 2,918 \text{ Tm}\end{aligned}\qquad \begin{aligned}\Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 47,88 + (8,52 \times 1) \\ &= 56,397 \text{ Tm}\end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L + 1Ey

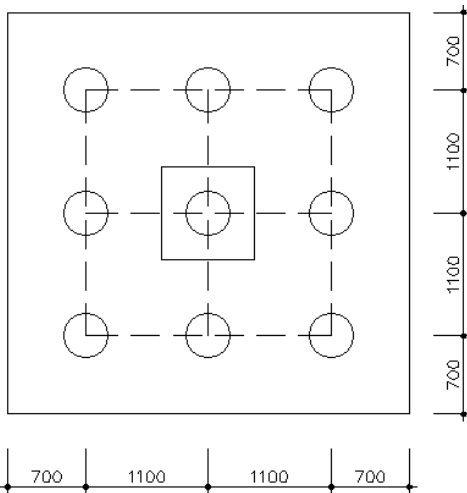
$$P_u = 647,04 + 31,104 = 597,59 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d \\ &= 55,28 + (-15,38 \times 1) \\ &= 39,9 \text{ Tm}\end{aligned}\qquad \begin{aligned}\Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 24,77 + (6,63 \times 1) \\ &= 31,39 \text{ Tm}\end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1,6L

$$P_u = 647,04 + 31,104 = 678,14 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d \\ &= -0,82 + (-3,54 \times 1) \\ &= -4,35 \text{ Tm}\end{aligned}\qquad \begin{aligned}\Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 1,43 + (0,88 \times 1) \\ &= 2,3 \text{ Tm}\end{aligned}$$



Gambar 4. 71 Poer dan Tiang Pancang

Tabel Konfigurasi Jarak Tiang Pancang

No	x	x <sup>2</sup>	Y	y <sup>2</sup>
1	1,1	1,21	1,1	1,21

2	1,1	1,21	0	0
3	1,1	1,21	1,1	1,21
4	0	0	1,1	1,21
5	0	0	0	0
6	0	0	1,1	1,21
7	1,1	1,21	1,1	1,21
8	1,1	1,21	0	0
9	1,1	1,21	1,1	1,21
	Jumlah	7,26	Jumlah	7,26

X maks = 1,1 m

Y maks = 1,1 m

$$P_i = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_y \times x_{max}}{\Sigma x^2} \pm \frac{M_x \times y_{max}}{\Sigma y^2}$$

Beban kombinasi 1D + 1L

$$P_i = \frac{534,2}{9} \pm \frac{4,1}{7,26} \pm \frac{1,925}{7,26} = 60,1865 T$$

Beban kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$P_i = \frac{614,43}{9} \pm \frac{3,2096}{7,26} \pm \frac{62,037}{7,26} = 77,257 T$$

Beban kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$P_i = \frac{597,59}{9} \pm \frac{43,896}{7,26} \pm \frac{34,53}{7,26} = 77,2 T$$

Beban kombinasi 1D + 1,6L

$$P_i = \frac{678,14}{9} \pm \frac{4,79}{7,26} \pm \frac{2,54}{7,26} = 76,359 T$$

Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah

$$P_i \text{ maks} = 77,257 T > 97,02 T$$

Perencanaan Poer

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} P &= 3,6 \text{ m} & H &= 1 \text{ m} \\ L &= 3,6 \text{ m} & F_c &= 30 \text{ Mpa} \\ F_y &= 400 \text{ Mpa} & \text{Cover} &= 75 \text{ mm} \\ D_{tul} &= 20 \text{ mm} \\ d &= 915 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$V_u = P_u \text{ maks} = - P_u \text{ 1 tiang} = 647,04 - 102,1545 = 494,69 \text{ T}$$

Geser Pons Akibat Kolom

Persamaan 1

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$\begin{aligned} \beta &= \text{rasio dari sisi terpanjang dan terpendek kolom} \\ &= 830/830 = 1 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} b_o &= \text{keliling penampang kritis} \\ &= 2 \times (830+830) + 4 \times 915 = 6980 \end{aligned}$$

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{1} \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 6980 \times 915 = 17840512 \text{ N}$$

Persamaan 2

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{A_s \times d}{b_o} + 2 \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$\begin{aligned} A_s &= 40 \text{ kolom interior} \\ &= 30 \text{ kolom tepi} \\ &= 20 \text{ kolom sudut} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,083 \times \left( \frac{40 \times 915}{6980} + 2 \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 6980 \times 915 \\ &= 21031337 \text{ N} \end{aligned}$$

Persamaan 3

$$V_c = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$V_c = 0,33 \times 1 \times \sqrt{30} \times 6980 \times 915 = 11543861 \text{ N}$$

Maka  $V_c$  diambil = 11543861 N

$$\phi V_c = 0.75 \times 11543861 \text{ N} = 8657896 \text{ N}$$

$$V_u < \phi V_c$$

$$4946874 \text{ N} < 8657896 \text{ N (oke)}$$

Geser Pons akibat tiang pancang

Persamaan 1

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$\beta = \text{rasio dari sisi terpanjang dan terpendek kolom} \\ = 830/830 = 1$$

$$B_o = \text{keliling penampang kritis} \\ = \pi \times ((0,4 \times 1000) + 915) = 4288,274 \text{ mm}$$

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{1} \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 4288,274 \times 915 \\ = 10960602 \text{ N}$$

Persamaan 2

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{A_s \times d}{b_o} + 2 \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$A_s = 40 \text{ kolom interior} \\ = 30 \text{ kolom tepi} \\ = 20 \text{ kolom sudut}$$

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{40 \times 915}{4288,274} + 2 \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 4288,274 \times 915 \\ = 18791994 \text{ N}$$

Persamaan 3

$$V_c = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$V_c = 0,33 \times 1 \times \sqrt{30} \times 4288,274 \times 915 = 7092154 \text{ N}$$

Maka  $V_c = 7092154 \text{ N}$

$$\phi V_c = 0.75 \times 7092154 \text{ N} = 5319116 \text{ N}$$

$$V_u < \phi V_c$$

$$4946874 \text{ N} < 5319116 \text{ N (oke)}$$

### Perencanaan Tulangan Lentur Poer

#### Data Perencanaan

Dimensi Poer = 3,6 x 3,6 x 1

Jumlah tiang pancang = 9 buah

Dimensi kolom = 830/830 cm

Diameter tulangan utama = 20 mm

Cover = 75 mm

#### Perhitungan Momen

##### Pembebanan

Berat poer = 2400 x 1 x 3,6 = 8640 Kg/m

P max poer = 102,1545 T

$$\begin{aligned} M_u &= 2 \times \frac{1}{2} \times 8640 \times 1250^2 - 102,1545 \times 550 \\ &= 161805 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$M_n = 1618049680 / 0,9 = 1797832977 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{1797832977}{3600 \times 915^2} = 0,596$$

$$m = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,59}{400}} \right) = 0,00196 \end{aligned}$$

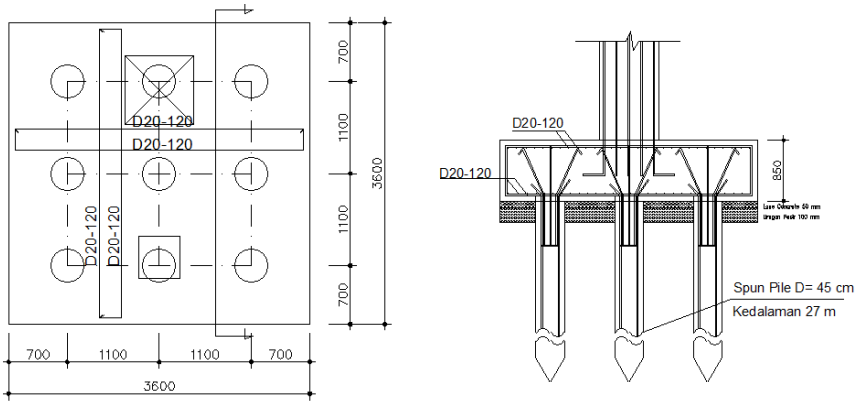
$$A_s \text{ perlu} = 0,00196 \times 3600 \times 915 = 6462,233 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat spasi tulangan} = 2h = 2 \times 1000 = 2000 \text{ mm}$$

$$\text{Dipakai tulangan } D = 20 \text{ mm}, A_s = 314,1593 \text{ mm}^2$$

$$S = 120 \text{ mm}$$

$$A_s = 314,1593 \times \frac{3600}{120} = 9424,778 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu (oke)}$$



Gambar 4. 72 Hasil Penulangan Pondasi P1

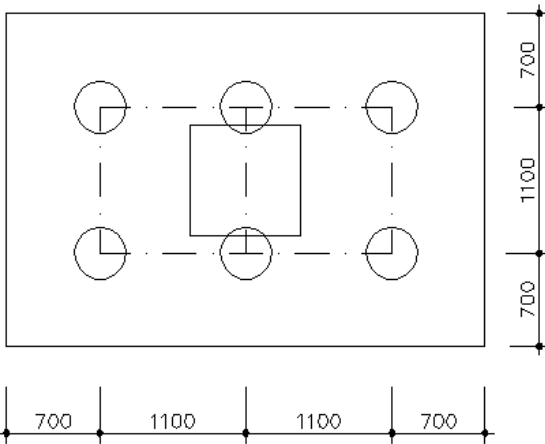
Dengan cara yang sama, maka didapat pondasi pada tiang pinggir adalah sebagai berikut

$P = 2,5 \text{ m}$        $H = 0,8 \text{ m}$

$L = 3,6 \text{ m}$        $F_c = 30 \text{ Mpa}$

$F_y = 400 \text{ Mpa}$      $\text{Cover} = 75 \text{ mm}$

$D_{tul} = D20-120 \text{ mm}$



Gambar 4. 73 Pondasi Tiang Pinggir

### Pondasi Dinding Geser

$$P_u = 217,27 \text{ T (1D + 1L)}$$

$$P_u = 279,35 \text{ T (1D + 1L + 1 Ex)}$$

$$P_u = 330,78 \text{ T (1D + 1L + 1 Ey)}$$

$$P_u = 274,16 \text{ T (1,2D + 1,6L)}$$

Jumlah Tiang Pancang yang dibutuhkan adalah

$$n = \frac{330 \text{ T}}{144,7} = 2,17 \text{ buah} \approx 3 \text{ buah}$$

Perencanaan Dimensi Poer

Jarak Antar Tiang

$$S > 2,5 \text{ D}$$

$$S > 2,5 \times 0,45 = 1,1 \text{ m. Diambil} = 1,1 \text{ m}$$

Jarak tiang pancang ke tepi

$$S = 1,5 \text{ D}$$

$$S = 1,5 \times 0,45 = 0,675 \text{ m. Diambil} = 0,7 \text{ m}$$

Sehingga Panjang dan Lebar poer

$$P = 4 \times 0,55 + 0,7 = 2,9 \text{ m} \times 2 = 5,8 \text{ m}$$

$$L = 1 \times 0,55 + 0,7 = 1,25 \text{ m} \times 2 = 2,5 \text{ m}$$

Direncanakan tinggi poer = 1 m

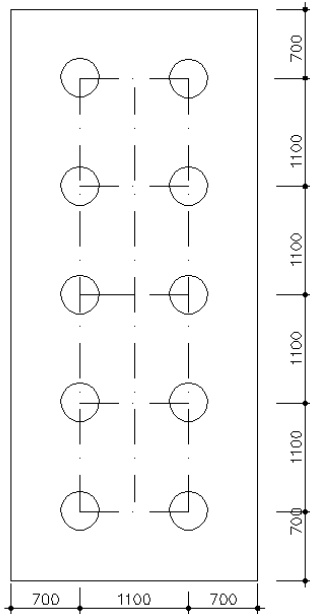
Pengecekan ulang Kebutuhan Tiang Pancang

$$P \text{ max} \quad : 330,8 \text{ T}$$

$$\text{Berat poer} \quad : 5,8 \times 2,5 \times 2,4 \times 1 = 34,8 \text{ T}$$

$$P \text{ total} = 330,8 \text{ T} + 34,8 \text{ T} = 365,9 \text{ T}$$

$$n = \frac{365,9 \text{ T}}{144,7} = 2,3 \text{ buah} \approx 3 \text{ buah}$$



Gambar 4. 74 Poer Pondasi Dinding Geser

Koefisien efisiensi menurut Converse Labarre

Untuk daya dukung tiang pancang kelompok, perlu dikoreksi terlebih dahulu dengan koefisien efisiensi

$$Q_{L(\text{group})} = Q_{L(\text{1 tiang})} \times n \times \text{efisiensi}$$

$n$  = jumlah tiang dalam group

Dengan menggunakan perumusan Converse – Laberre :

$$E_k = 1 - \theta \left[ \frac{(n-1)m + (n-1)m}{90mn} \right]$$

Dimana :

$D$  = diameter tiang pancang

$s$  = jarak antar tiang pancang

$m$  = jumlah tiang pancang dalam 1 baris

$n$  = jumlah baris tiang pancang

$\theta$  = Arc tg  $D/s$



$$D/s = 0,45 / 1,1 = 0,409$$

$$\text{Arc Tg } D/s = 22,24^{\circ}$$

$$E_k = 0,67$$

$$P \text{ ijin} = 144,7 \times 0,678 = 98,2 \text{ T}$$

Perhitungan P ijin Kelompok  
Output SAP

Beban Kombinasi 1D + 1L

$$\begin{aligned} P_u &= 217,27 \text{ T} & M_y &= 0,77 \text{ Tm} & M_x &= -13,76 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 0,46 \text{ T} & H_y &= -1,3 \text{ T} \end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$\begin{aligned} P_u &= 279,35 \text{ T} & M_y &= 4,07 \text{ Tm} & M_x &= -103,1 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 9,89 \text{ T} & H_y &= 1,62 \text{ T} \end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$\begin{aligned} P_u &= 330,78 \text{ T} & M_y &= 2,09 \text{ Tm} & M_x &= -340,9 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 41,77 \text{ T} & H_y &= 0,95 \text{ T} \end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1,2D + 1,6L

$$\begin{aligned} P_u &= 274,16 \text{ T} & M_y &= 0,98 \text{ Tm} & M_x &= -16,29 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 0,6 \text{ T} & H_y &= -1,51 \text{ T} \end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L

$$P_u = 217,27 + 34,8 = 252,07 \text{ T}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= -13,7 + (-1,2 \times 1) & &= 0,76 + (0,46 \times 1) \\ &= -15,05 \text{ Tm} & &= 1,23 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$P_u = 279,35 + 34,8 = 314,15 \text{ T}$$

$$\Sigma M_x = M_x + H_y \cdot d \qquad \Sigma M_y = M_y + H_x \cdot d$$

$$\begin{aligned}
 &= -103,1 + (4,07 \times 1) & &= 4,07 + (9,89 \times 1) \\
 &= -99,07 \text{ Tm} & &= 13,961 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$P_u = 330,78 + 34,8 = 365,58 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\
 &= -340,99 + (0,95 \times 1) & &= 2,09 + (41,77 \times 1) \\
 &= -340,037 \text{ Tm} & &= 43,85 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1,6L

$$P_u = 274,16 + 34,8 = 365,58 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned}
 \Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\
 &= 0,98 + (0,6 \times 1) & &= -16,29 + (-1,51 \times 1) \\
 &= 1,578 \text{ Tm} & &= -17,79 \text{ Tm}
 \end{aligned}$$

Tabel Konfigurasi Jarak Tiang Pancang

No	X	x <sup>2</sup>	Y	y <sup>2</sup>
1	0,55	0,3025	2,2	4,84
2	0,55	0,3025	1,1	1,21
3	0,55	0,3025	0	0
4	0,55	0,3025	1,1	1,21
5	0,55	0,3025	2,2	4,84
6	0,55	0,3025	2,2	4,84
7	0,55	0,3025	1,1	1,21
8	0,55	0,3025	0	0
9	0,55	0,3025	1,1	1,21
10	0,55	0,3025	2,2	4,84
	Jumlah	3,025	Jumlah	24,2

$$X \text{ maks} = 0,55 \text{ m}$$

$$Y \text{ maks} = 2,2 \text{ m}$$

$$P_i = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_y \times x_{max}}{\Sigma x^2} \pm \frac{M_x \times y_{max}}{\Sigma y^2}$$

Beban kombinasi 1D + 1L

$$P_i = \frac{252,07}{10} \pm \frac{33,119}{24,2} \pm \frac{0,6778}{3,025} = 26,79 T$$

Beban kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$P_i = \frac{314,15}{10} \pm \frac{217,96}{24,2} \pm \frac{7,678}{3,025} = 42,96 T$$

Beban kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$P_i = \frac{365,58}{10} \pm \frac{748,08}{24,2} \pm \frac{24,12}{3,025} = 75,44 T$$

Beban kombinasi 1D + 1,6L

$$P_i = \frac{308,96}{10} \pm \frac{39,145}{24,2} \pm \frac{0,868}{3,025} = 32,8 T$$

Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah

$$P_i \text{ maks} = 75,44 T > 98,2 T$$

Perencanaan Poer

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$P = 4,7 \text{ m} \quad H = 1 \text{ m}$$

$$L = 2,5 \text{ m} \quad F_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa} \quad \text{Cover} = 75 \text{ mm}$$

$$D_{tul} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 915 \text{ mm}$$

$$V_u = P_u \text{ maks} = 274,16 T$$

Geser Pons Akibat Kolom

Persamaan 1

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$\beta = \text{rasio dari sisi terpanjang dan terpendek kolom} \\ = 3000/200 = 15$$

$$\begin{aligned} B_o &= \text{keliling penampang kritis} \\ &= 2 \times (3000+200) + 4 \times 915 = 10060 \end{aligned}$$

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{15} \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 10060 \times 915 = 9713736 \text{ N}$$

Persamaan 2

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{A_s \times d}{b_o} + 2 \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$\begin{aligned} A_s &= 40 \text{ kolom interior} \\ &= 30 \text{ kolom tepi} \\ &= 20 \text{ kolom sudut} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,083 \times \left( \frac{20 \times 915}{10060} + 2 \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 10060 \times 915 \\ &= 15981487 \text{ N} \end{aligned}$$

Persamaan 3

$$V_c = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$V_c = 0,33 \times 1 \times \sqrt{30} \times 10060 \times 915 = 16637714 \text{ N}$$

Maka  $V_c$  diambil = 9713736 N

$$\phi V_c = 0,75 \times 9713736 \text{ N} = 7285302 \text{ N}$$

$$V_u < \phi V_c$$

$$4946874 \text{ N} < 7285302 \text{ N (oke)}$$

Geser Pons akibat tiang pancang

Persamaan 1

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$\begin{aligned} \beta &= \text{rasio dari sisi terpanjang dan terpendek kolom} \\ &= 3000/200 = 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_o &= \text{keliling penampang kritis} \\ &= \pi \times ((0,4 \times 1000) + 915) = 4288,274 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \left( 1 + \frac{2}{15} \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 4288,274 \times 915 \\ &= 4140672 \text{ N} \end{aligned}$$

Persamaan 2

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{A_s \times d}{b_o} + 2 \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$A_s = 40$  kolom interior

= 30 kolom tepi

= 20 kolom sudut

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{40 \times 915}{4288,274} + 2 \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 4288,274 \times 915$$

$$= 18791994 \text{ N}$$

Persamaan 3

$$V_c = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$V_c = 0,33 \times 1 \times \sqrt{30} \times 4288,274 \times 915 = 7092154 \text{ N}$$

Maka  $V_c = 4140672 \text{ N}$

$$\phi V_c = 0,75 \times 4140672 \text{ N} = 3105504 \text{ N}$$

$V_u < \phi V_c$

$$2741576 \text{ N} < 3105504 \text{ N (oke)}$$

Perencanaan Tulangan Lentur Poer

Data Perencanaan

Dimensi Poer = 4,7 x 2,5 x 1

Jumlah tiang pancang = 9 buah

Diameter tulangan utama = 20 mm

Cover = 75 mm

Perhitungan Momen

Pembebanan

$$\text{Berat poer} = 2400 \times 1 \times 4,7 = 11280 \text{ Kg/m}$$

$$P \text{ max poer} = 105,2918 \text{ T}$$

$$M_u = 2 \times \frac{1}{2} \times 11280 \times 1100^2 - 105,2918 \times 550$$

$$= 224817,6 \text{ Kgm}$$

$$M_n = 2248176461 / 0,9 = 2497973846 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{2497973846}{4700 \times 915^2} = 0,634$$

$$m = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,63}{400}} \right) = 0,0016 \end{aligned}$$

$$As \text{ perlu} = 0,0016 \times 4700 \times 915 = 6462,233 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat spasi tulangan} = 2h = 2 \times 1000 = 2000 \text{ mm}$$

$$\text{Dipakai tulangan } D = 20 \text{ mm}, As = 314,1593 \text{ mm}^2$$

$$S = 120 \text{ mm}$$

$$As = 314,1593 \times \frac{4700}{120} = 12304,57 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu (oke)}$$

#### Pondasi Dua Kolom P4

##### Kolom 1

$$Pu = 241,89 \text{ T (1D + 1L)}$$

$$Pu = 301,7923 \text{ T (1D + 1L + 1 Ex)}$$

$$Pu = 290,5 \text{ T (1D + 1L + 1 Ey)}$$

$$Pu = 303,33 \text{ T (1,2D + 1,6L)}$$

$$Pu \text{ maks} = 303,33 \text{ T}$$

##### Kolom 2

$$Pu = 75,13 \text{ T (1D + 1L)}$$

$$Pu = 128,37 \text{ T (1D + 1L + 1 Ex)}$$

$$Pu = 110,23 \text{ T (1D + 1L + 1 Ey)}$$

$$Pu = 91,45 \text{ T (1,2D + 1,6L)}$$

$$Pu \text{ Maks} = 91,45 \text{ T}$$

$$\text{Jumlah P maks} = 303,33 + 128,37 = 431,7 \text{ T}$$

Jumlah Tiang Pancang yang dibutuhkan adalah

$$n = \frac{431,7 T}{144,7} = 2,834 \text{ buah} \approx 3 \text{ buah}$$

Perencanaan Dimensi Poer

Jarak Antar Tiang

$$S > 2,5 D$$

$$S > 2,5 \times 0,45 = 1,1 \text{ m. Diambil} = 1,1 \text{ m}$$

Jarak tiang pancang ke tepi

$$S = 1,5 D$$

$$S = 1,5 \times 0,45 = 0,675 \text{ m. Diambil} = 0,7 \text{ m}$$

Sehingga Panjang dan Lebar poer

$$P = 1 \times 0,55 + 0,7 = 2,35 \text{ m} \times 2 = 2,5 \text{ m}$$

$$L = 3 \times 0,55 + 0,7 = 1,25 \text{ m} \times 2 = 4,7 \text{ m}$$

Direncanakan tinggi poer = 0,85 m

Pengecekan ulang Kebutuhan Tiang Pancang

$$P \text{ max} \quad \quad \quad : 431,7 T$$

$$\text{Berat poer} \quad \quad : 4,7 \times 2,5 \times 2,4 \times 0,85 = 23,97 T$$

$$P \text{ total} = 431,7 T + 23,97T = 455,7 T$$

$$n = \frac{455,7 T}{144,7} = 2,8 \text{ buah} \approx 3 \text{ buah}$$

Poer Pondasi Dua Kolom P4

Koefisien efisiensi menurut Converse Labarre

Untuk daya dukung tiang pancang kelompok, perlu dikoreksi terlebih dahulu dengan koefisien efisiensi

$$Q_{L(\text{group})} = Q_{L(\text{1 tiang})} \times n \times \text{efisiensi}$$

n = jumlah tiang dalam group

Dengan menggunakan perumusan Converse – Laberre :

$$E_k = 1 - \theta \left[ \frac{(n-1)m + (n-1)m}{90mn} \right]$$

Dimana :

- D = diameter tiang pancang  
 s = jarak antar tiang pancang  
 m = jumlah tiang pancang dalam 1 baris  
 n = jumlah baris tiang pancang  
 $\Theta$  = Arc tg D/s

$$D/s = 0,45 / 1,1 = 0,409$$

$$\text{Arc Tg } D/s = 22,24^{\circ}$$

$$E_k = 0,69$$

$$P \text{ ijin} = 144,7 \times 0,69 = 100,29 \text{ T}$$

Perhitungan P ijin Kelompok

Output SAP

Kolom 1

Beban Kombinasi 1D + 1L

$$\begin{aligned} P_u &= 241,89 \text{ T} & M_y &= 2,39 \text{ Tm} & M_x &= 1,71 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 1,51 \text{ T} & H_y &= 0,06 \text{ T} \end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$\begin{aligned} P_u &= 301,79 \text{ T} & M_y &= 47,13 \text{ Tm} & M_x &= 12,76 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 14 \text{ T} & H_y &= 2,68 \text{ T} \end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$\begin{aligned} P_u &= 290,51 \text{ T} & M_y &= 18,18 \text{ Tm} & M_x &= 42,21 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 6,04 \text{ T} & H_y &= 9,93 \text{ T} \end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1,2D + 1,6L

$$\begin{aligned} P_u &= 303,33 \text{ T} & M_y &= 3,35 \text{ Tm} & M_x &= 2,02 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 1,91 \text{ T} & H_y &= 0,09 \text{ T} \end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L

$$P_u = 241,89 + 23,97 = 265,86 \text{ T}$$



$$\begin{aligned}\Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 1,71 + (0,06 \times 0,85) & &= 2,39 + (1,5 \times 0,85) \\ &= 1,76 \text{ Tm} & &= 3,67 \text{ Tm}\end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$P_u = 301,79 + 23,97 = 325,76 \text{ T}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 12,76 + (2,68 \times 0,85) & &= 47,13 + (12,76 \times 0,85) \\ &= 15,037 \text{ Tm} & &= 57,97 \text{ Tm}\end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$P_u = 290,51 + 23,97 = 314,48 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 42,21 + (9,93 \times 0,85) & &= 18,18 + (6,04 \times 0,85) \\ &= 50,649 \text{ Tm} & &= 23,31 \text{ Tm}\end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1,6L

$$P_u = 303,33 + 23,91 = 327,3 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned}\Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 2,02 + (0,09 \times 0,85) & &= 3,35 + (1,91 \times 0,85) \\ &= 2,1 \text{ Tm} & &= 4,969 \text{ Tm}\end{aligned}$$

Kolom 2

Beban Kombinasi 1D + 1L

$$\begin{aligned}P_u &= 75,13 \text{ T} & M_y &= -0,33 \text{ Tm} & M_x &= 1 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 0,18 \text{ T} & H_y &= 0,39 \text{ T}\end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$\begin{aligned}P_u &= 128,37 \text{ T} & M_y &= 2,89 \text{ Tm} & M_x &= 6,88 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 2,49 \text{ T} & H_y &= 0,94 \text{ T}\end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$\begin{aligned}P_u &= 110,23 \text{ T} & M_y &= 2,15 \text{ Tm} & M_x &= 7,45 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 1,02 \text{ T} & H_y &= 2,2 \text{ T}\end{aligned}$$

Beban Kombinasi 1,2D + 1,6L

$$\begin{aligned}P_u &= 91,45 \text{ T} & M_y &= -0,36 \text{ Tm} & M_x &= 1,2 \text{ Tm} \\ & & H_x &= 0,23 \text{ T} & H_y &= 0,46 \text{ T}\end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L

$$P_u = 75,13 + 23,97 = 99,1 \text{ T}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 0,99 + (0,39 \times 0,85) & &= -0,32 + (0,183 \times 0,85) \\ &= 1,32 \text{ Tm} & &= -0,169 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$P_u = 128,37 + 23,97 = 152,34 \text{ T}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 6,88 + (0,94 \times 0,85) & &= 2,89 + (6,88 \times 0,85) \\ &= 7,678 \text{ Tm} & &= 8,73 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$P_u = 110,23 + 23,97 = 134,2 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 7,45 + (2,2 \times 0,85) & &= 2,15 + (1,02 \times 0,85) \\ &= 9,321 \text{ Tm} & &= 3,02 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Perhitungan Pondasi Akibat Kombinasi 1D + 1,6L

$$P_u = 91,45 + 23,91 = 115,42 \text{ Tm}$$

$$\begin{aligned} \Sigma M_x &= M_x + H_y \cdot d & \Sigma M_y &= M_y + H_x \cdot d \\ &= 1,2 + (0,46 \times 0,85) & &= -0,36 + (0,23 \times 0,85) \\ &= 1,59 \text{ Tm} & &= -0,163 \text{ Tm} \end{aligned}$$

Mencari Titik Eksentrisitas

$$P_1 = 303,33 \text{ T}$$

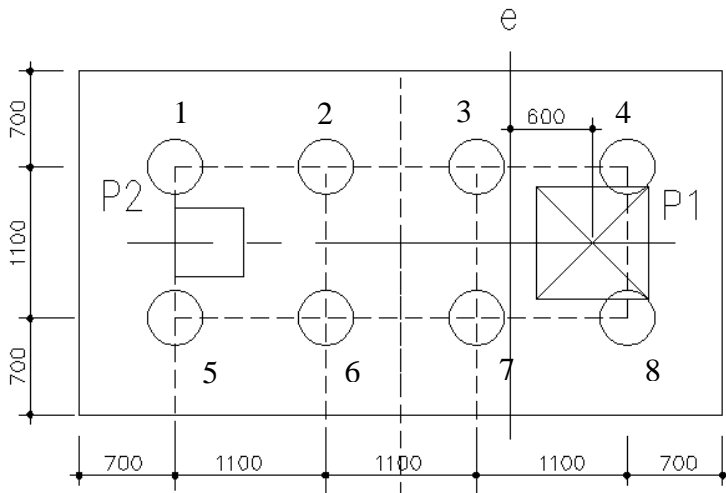
$$P_2 = 91,45 \text{ T}$$

Jarak antar 2 tiang = 2,8 m

$$P_1 \cdot x = P_2 \cdot (L - x)$$

$$X = P_2 L / (P_1 + P_2)$$

$$X = 0,6 \text{ m}$$



Tabel Konfigurasi Jarak Tiang Pancang

No	X	x <sup>2</sup>	Y	y <sup>2</sup>
1	2,45	6,0025	0,55	0,3025
2	1,35	1,8225	0,55	0,3025
3	0,25	0,0625	0,55	0,3025
4	0,85	0,7225	0,55	0,3025
5	2,45	6,0025	0,55	0,3025
6	1,35	1,8225	0,55	0,3025
7	0,25	0,0625	0,55	0,3025
8	0,85	0,7225	0,55	0,3025
	Jumlah	17,22	Jumlah	2,42

X maks = 2,45 m

Y maks = 0,55 m

$$P_i = \frac{\Sigma P}{n} \pm \frac{M_y \times x_{max}}{\Sigma x^2} \pm \frac{M_x \times y_{max}}{\Sigma y^2}$$

Beban Gabungan 2 Kolom

Beban kombinasi 1D + 1L

$$P_i = \frac{364,96}{8} \pm \frac{1,7}{2,42} \pm \frac{8,5}{17,2} = 46,8 T$$

Beban kombinasi 1D + 1L + 1Ex

$$P_i = \frac{478,1}{8} \pm \frac{12,493}{2,42} \pm \frac{163,425}{17,22} = 74,42 T$$

Beban kombinasi 1D + 1L + 1Ey

$$P_i = \frac{448,68}{8} \pm \frac{32,98}{2,42} \pm \frac{64,52}{17,22} = 73,46 T$$

Beban kombinasi 1D + 1,6L

$$P_i = \frac{442,71}{8} \pm \frac{2,03}{2,42} \pm \frac{11,77}{17,22} = 56,86 T$$

Kontrol Terhadap Daya Dukung Tanah

$$P_i \text{ maks} = 74,42 T > 100,292 T$$

Perencanaan Poer

$$f_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$P = 4,7 \text{ m} \quad H = 0,85 \text{ m}$$

$$L = 2,5 \text{ m} \quad F_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa} \quad \text{Cover} = 75 \text{ mm}$$

$$D_{tul} = 20 \text{ mm}$$

$$d = 765 \text{ mm}$$

$$V_u = P_u \text{ maks} = 303,33 T$$

Geser Pons Akibat Kolom

Persamaan 1

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$\beta$  = rasio dari sisi terpanjang dan terpendek kolom

$$= 830/830 = 1$$

$$\begin{aligned} B_o &= \text{keliling penampang kritis} \\ &= 2 \times (830+830) + 4 \times 765 = 8380 \end{aligned}$$

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{15} \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 8380 \times 765 = 17907553 \text{ N}$$

Persamaan 2

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{A_s \times d}{b_o} + 2 \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$\begin{aligned} A_s &= 40 \text{ kolom interior} \\ &= 30 \text{ kolom tepi} \\ &= 20 \text{ kolom sudut} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,083 \times \left( \frac{40 \times 765}{8380} + 2 \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 8380 \times 765 \\ &= 16470692 \text{ N} \end{aligned}$$

Persamaan 3

$$V_c = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$V_c = 0,33 \times 1 \times \sqrt{30} \times 8380 \times 765 = 11587240 \text{ N}$$

Maka  $V_c$  diambil = 11587240 N

$$\phi V_c = 0,75 \times 11587240 \text{ N} = 8690430 \text{ N}$$

$$V_u < \phi V_c$$

$$3033264 \text{ N} < 8690430 \text{ N (oke)}$$

Geser Pons akibat tiang pancang

Persamaan 1

$$V_c = 0,17 \left( 1 + \frac{2}{\beta} \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$\begin{aligned} \beta &= \text{rasio dari sisi terpanjang dan terpendek kolom} \\ &= 3000/200 = 15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} B_o &= \text{keliling penampang kritis} \\ &= \pi \times ((0,4 \times 1000) + 765) = 3817,035 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_c &= 0,17 \left( 1 + \frac{2}{15} \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 3817,035 \times 765 \\ &= 8156773 \text{ N} \end{aligned}$$

Persamaan 2

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{A_s \times d}{b_o} + 2 \right) \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$A_s = 40$  kolom interior

= 30 kolom tepi

= 20 kolom sudut

$$V_c = 0,083 \times \left( \frac{40 \times 765}{3817,035} + 2 \right) \times 1 \times \sqrt{30} \times 3817,035 \times 765$$

$$= 13296909 \text{ N}$$

Persamaan 3

$$V_c = 0,33 \times \lambda \times \sqrt{f_c} \times b_o \times d$$

$$V_c = 0,33 \times 1 \times \sqrt{30} \times 3817,035 \times 765 = 5277912 \text{ N}$$

Maka  $V_c = 5277912 \text{ N}$

$$\phi V_c = 0,75 \times 5277912 \text{ N} = 3958434 \text{ N}$$

$V_u < \phi V_c$

$$3033264 \text{ N} < 3958434 \text{ N (oke)}$$

Perencanaan Tulangan Lentur Poer

Data Perencanaan

Dimensi Poer = 4,7 x 2,5 x 1

Jumlah tiang pancang = 9 buah

Diameter tulangan utama = 20 mm

Cover = 75 mm

Perhitungan Momen

Pembebanan

$$\text{Berat poer} = 2400 \times 1 \times 2,5 = 5100 \text{ Kg/m}$$

$$P \text{ max poer} = 105,2918 \text{ T}$$

$$\begin{aligned} \text{Mu} &= 1/12 \times 5100 \times 2,14^2 - 105,2918 \times 600 \times 1540^2/2140^2 \\ &\quad - 105,2918 \times 1700 \times 440^2/2140^2 \\ &= 38336,6 \text{ Kgm} \end{aligned}$$

$$Mn = 383366042,1 / 0,9 = 425962269 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{425962269}{4700 \times 765^2} = 0,3$$

$$m = \frac{400}{0,85 \times 30} = 15,69$$

$$\begin{aligned} \rho_{\text{perlu}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rn}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{15,69} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,69 \times 0,3}{400}} \right) = 0,0007 \end{aligned}$$

$$As_{\text{perlu}} = 0,0007 \times 4700 \times 765 = 1443,015 \text{ mm}^2$$

$$\text{Syarat spasi tulangan} = 2h = 2 \times 1000 = 2000 \text{ mm}$$

$$\text{Dipakai tulangan } D = 20 \text{ mm}, As = 314,1593 \text{ mm}^2$$

$$S = 120 \text{ mm}$$

$$As = 314,1593 \times \frac{2500}{120} = 1443,015 \text{ mm}^2 > As_{\text{perlu}} \text{ (oke)}$$

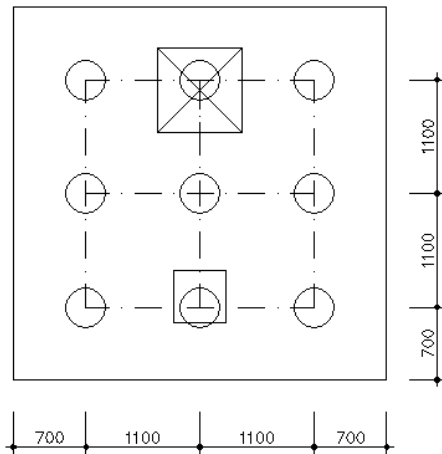
Dengan cara yang sama maka didapat pondasi dua kolom pada daerah tangga P3:

$$P = 3,6 \text{ m} \quad H = 0,85 \text{ m}$$

$$L = 3,6 \text{ m} \quad Fc = 30 \text{ Mpa}$$

$$Fy = 400 \text{ Mpa} \quad \text{Cover} = 75 \text{ mm}$$

$$Dtul = D20 - 120 \text{ mm}$$

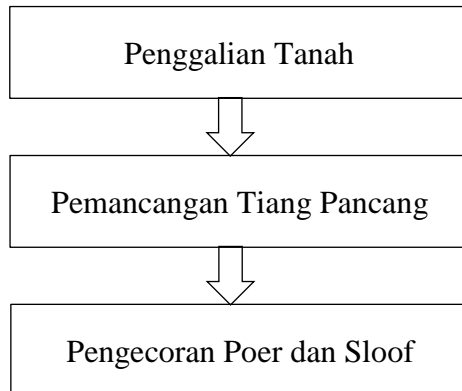


Gambar 4. 75 Pondasi Dua Kolom P3

#### 4.7. Metode Pelaksanaan dan Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Pondasi

##### 4.7.1 Metode Pelaksanaan

Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi terdiri dari:





- Penggalian Tanah  
Penggalian untuk pekerjaan pondasi karena letak poer dan sloof berada di bawah muka tanah

Alat berat yang dibutuhkan :

1. Backhoe
2. Dump Truck



Gambar 4. 76 Penggalian tanah dengan backhoe

Urutan Pekerjaan:

1. Back Hoe menggali tanah sedalam *pile cap*
2. Back Hoe menyalurkan tanah ke *dump truck*

- Pemancangan Pondasi  
Pelaksanaan pemancangan pondasi direncanakan menggunakan Hydraulic Static Pile Driver agar tidak mengganggu kegiatan perkuliahan yang sedang berlangsung.

Alat berat dan bahan yang dibutuhkan:

Alat berat:

1. Mesin Hydraulic Static Pile Driver
2. Service Crane

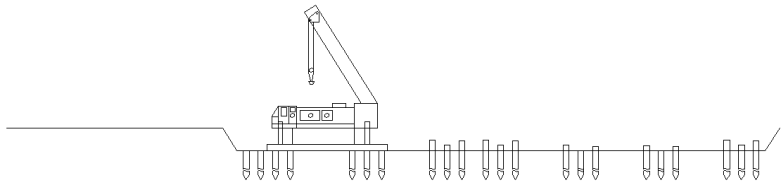
Bahan yang dibutuhkan

- Tiang Pancang

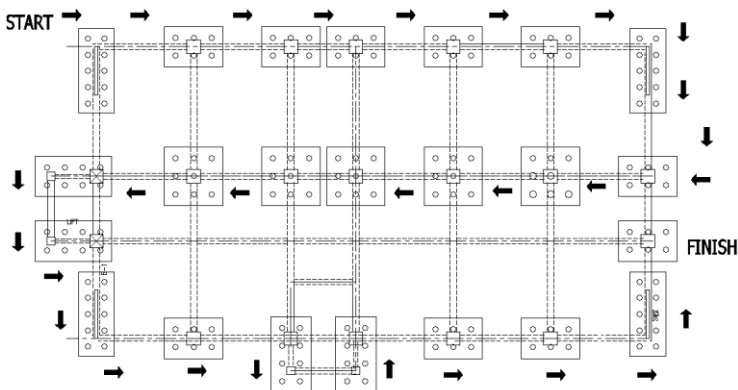
Urutan pekerjaan

1. Pengambilan tiang pancang dari stock yard menggunakan service crane
2. Meletakkan tiang pancang ke alat Hydraulic Pile Driver
3. Pemancangan satu tiang

4. Pengambilan tiang pancang selanjutnya menggunakan service crane
5. Meletakkan tiang pancang ke alat Hydraulic Pile Driver
6. Menyambung tiang pancang pertama dan kedua menggunakan las
7. Proses pemancangan untuk tiang ke dua dalam satu titik
8. Proses pemancangan tiang selanjutnya seperti urutan pekerjaan nomor 1-7
9. Untuk pemancangan berbeda titik, maka alat maka harus berpindah ke titik selanjutnya, kemudian melanjutkan pemancangan sesuai urutan pekerjaan nomor 1-8



Gambar 4. 77 Pemancangan dengan alat HSPD



Gambar 4. 78 Rencana Jalur Pemancangan Pondasi

- Pekerjaan poer dan sloof  
Alat berat dan bahan yang dibutuhkan:

Alat berat:

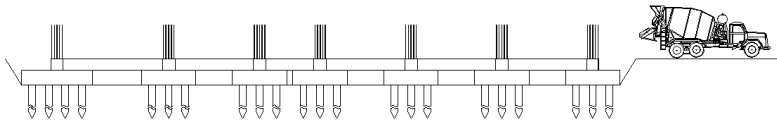
1. Truk *ready mix*
2. Truk *Concrete Pump*

Bahan yang dibutuhkan

- Beton *ready mix*

Urutan pekerjaan

1. Pembongkaran tiang pancang sebagian
2. Pemasangan Stek dari tiang pancang ke poer
3. Pemasangan bekisting poer dan sloof
4. Pemasangan tulangan untuk poer, kolom dan sloof
5. Pengecoran poer
6. Pengecoran sloof



Gambar 4. 79 Pengecoran Poer dan Sloof

## 4.7.2 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Pondasi

	Pekerjaan	Vol		Harga Satuan	Rp.
<b>I</b>	<b>PEKERJAAN PERSIAPAN</b>				
a	Pembersihan lapangan ringan	m2	1980.00	5,750.00	11,385,000.00
b	Pemagaran keliling penutup seng	m'	130.00	348,440.79	45,297,302.70
c	Pemasangan Bouwplank	m'	186.30	71,173.88	13,259,692.91
				Jumlah	<b>69,941,995.61</b>
<b>II</b>	<b>PEKERJAAN GALIAN DAN URUGAN</b>				
a	Penggalian Tanah	m3	1465.20	27,801.75	40,735,124.10
				Jumlah	<b>40,735,124.10</b>
<b>III</b>	<b>PEMANCANGAN PONDASI</b>				
a	Pondasi Tiang Pancang	m1	4833.00	212,789.75	<b>1,028,412,861.75</b>
<b>IV</b>	<b>PEKERJAAN BETON</b>				
a	Beton sloof	m3	56.93	3,835,816.50	218,365,361.71

b	Poer	m3	229.61	3,148,513.75	722,920,796.60
					<b>941,286,158.31</b>
				<b>Total</b>	<b>2,080,376,139.77</b>

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan dalam tugas akhir ini maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

Desain struktur Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang menggunakan SRPMK dan Dinding Geser dengan Situs Gempa Kelas D.

Berdasarkan perancangan struktur yang telah diuraikan maka diperoleh hasil sebagai berikut:

1. Hasil perencanaan preliminary desain struktur
  - a) Pelat Atap  $t = 10$  cm
  - b) Pelat Lantai  $t = 12$  cm
  - c) Balok 1 =  $74$  cm /  $40$ cm
  - d) Balok 2 =  $70$  cm /  $35$  cm
  - e) Balok 3 =  $60$  cm /  $30$  cm
  - f) Balok 4 =  $50$  cm /  $25$  cm
  - g) Kolom 1 =  $83$  cm /  $83$  cm
  - h) Kolom 2 =  $50$  cm /  $50$  cm
  - i) Kolom 3 =  $40$  cm /  $40$  cm
  - j) Dinding Geser  $3\text{m}/0,2\text{m}$
  
2. Asumsi pembebanan untuk perhitungan struktur adalah:
  - a) Beban Mati
  - b) Beban Hidup
  - c) Beban Angin
  - d) Beban Gempa

### 3. Hasil perencanaan elemen struktur sekunder:

Tipe Pelat	Lokasi	Dimensi	Tulangan
SL1	Lantai	$4\text{ m} \times 4\text{ m} \times 12\text{ cm}$	$\varnothing 10-150$
	Atap	$4\text{ m} \times 4\text{ m} \times 10\text{ cm}$	$\varnothing 10-150$
SL2	Lantai	$3\text{ m} \times 3\text{ m} \times 12\text{ cm}$	$\varnothing 10-150$
	Atap	$3\text{ m} \times 3\text{ m} \times 10\text{ cm}$	$\varnothing 10-150$
SL3	Lantai	$4\text{ m} \times 3\text{ m} \times 12\text{ cm}$	$\varnothing 10-150$

	Atap	4 m x 3 mx10 cm	Ø10-150
SL4	Tepi	4 m x 2 mx10 cm	Ø10-150
SL5	Tepi	4m x 1,9 mx10 cm	Ø10-150

Tangga :

Bordes t = 15 cm tulangan D16-150

Tangga1 t =15 cm tulangan D16-150

Tangga2 t =15 cm tulangan D16-100

Tulangan Susut Ø 10-200 mm

Balok Lift : 5D16 Ø10 – 150 mm

Balok Anak

Balok Anak	Dimensi	Tulangan Lentur		Tulangan Geser	
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
1	60cm/30cm	3 D16	3 D16	2D10-150	2D10-150
2	50cm/25cm	3 D16	3 D16	2D10-150	2D10-150
3	50cm/25cm	3 D16	3 D16	2D10-150	2D10-150

Struktur Atap

Gording = LLC 150 x 50 x 20 x 3,2

Penggantung Gording = Ø10 mm

Kuda-kuda = WF 250 x 125 x 9 x 6

Kolom Kuda-kuda = WF 250 x 125 x 9 x 6

Kolom Pedestal = 40/40

4. Permodelan Struktur Menggunakan Program SAP 2000
  - a) Kontrol Partisipasi Massa
  - b) Kontrol Periode Fundamental
  - c) Kontrol Gaya Geser Respon Spektrum
  - d) Kontrol Simpangan Antar Lantai
  - e) Kontrol Sistem Ganda

5. Perencanaan elemen struktur primer:

Balok Induk

Balok	Dimensi	Tulangan Lentur		Tulangan Geser		Torsi
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	
1	74cm/40cm	6 D25	3 D25	3D13-120	2D13-150	4D19
2	70cm/35cm	4 D25	3 D25	2D12-100	2D12-150	4D16
3	60cm/30cm	3 D25	2 D25	2D10-100	2D10-150	4D10
4	50cm/25cm	3 D16	3 D16	2D10-100	2D10-150	-



## Kolom

Kolom	Dimensi	Tulangan	
		Lentur	Geser
1	83cm/83cm	16 D25	4D13-100
2	50cm/50cm	8 D25	3D13-100
3	40cm/40cm	16 D19	2D10-100

## Hubungan Balok Kolom

3D13-150

## Shear Wall

Dimensi 3m x 0,2m

Tulangan D16-250

## 6. Perencanaan pondasi

Sloof	Dimensi	Tulangan Lentur		Tulangan Geser	
		Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
1	74cm/40cm	4 D25	2 D25	2D10-150	2D10-150
2	70cm/35cm	2 D16	2 D16	2D10-150	2D10-150
3	60cm/30cm	2 D16	2 D16	2D10-150	2D10-150

4. Tiang Pancang = A1 D 45 cm Wika

## 5. Dimensi Poer

$$1 = 3,6\text{m} / 3,6\text{m} \quad t = 1 \text{ m}$$

$$2 = 3,6\text{m} / 2,5 \text{ m} \quad t = 0,8 \text{ m}$$

$$3 = 3,6 / 3,6\text{m} \quad t = 0,85$$

$$4 = 4,7\text{m} / 2,5 \text{ m} \quad t = 0,85 \text{ m}$$

$$\text{SW} = 5,8\text{m} / 2,5 \text{ m} \quad t = 1 \text{ m}$$

Tulangan D20-120

7. Hasil perencanaan dapat dilihat pada lampiran berupa gambar teknik

8. Metode Pelaksanaan Pondasi dengan cara:

Menggali tanah → Memancang Tiang Pancang →

Pembuatan poer dan Sloof.

Biaya yang dibutuhkan adalah Rp. 2,080,376,139.77

5.2. Saran

1. Perencanaan struktur harus sesuai dengan peraturan yang berlaku.
2. Perlu adanya pengulangan dalam perencanaan karena dalam perencanaan struktur tidak dapat sekali jadi

## Daftar Pustaka

- Badan Standarisasi Nasional, **“Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847- 2013)”**, Jakarta, 2013.
- Badan Standarisasi Nasional, **“Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain (SNI 1727- 2013)”**, Jakarta, 2013.
- Badan Standarisasi Nasional, **“Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (SNI 1726- 2012)”**, Jakarta, 2012.
- Comart, Jack, **“Desain Beton Bertulang Jilid 1”** Jakarta: Erlangga, 2002
- Departemen Pekerjaan Umum, **“Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Bangunan Gedung (PPIUG)”**, Bandung: Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1983.
- Departemen Pekerjaan Umum, **“Peraturan Beton Bertulang Indonesia (PBBI)”**, Bandung: Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Pekerjaan Umum, 1971.
- Imran, Iswandi & Hendrik, Fajar (2014). **“Perencanaan Lanjut Struktur Beton Bertulang”**, Bandung: Penerbit ITB.
- Pamungkas, Anugrah & Harianti, Erny (2013). **“Desain Pondasi Tahan Gempa”**, Yogyakarta: ANDI Yogyakarta.
- Setiawan, Agus (2016). **“Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847:2013”**, Jakarta: Erlangga.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

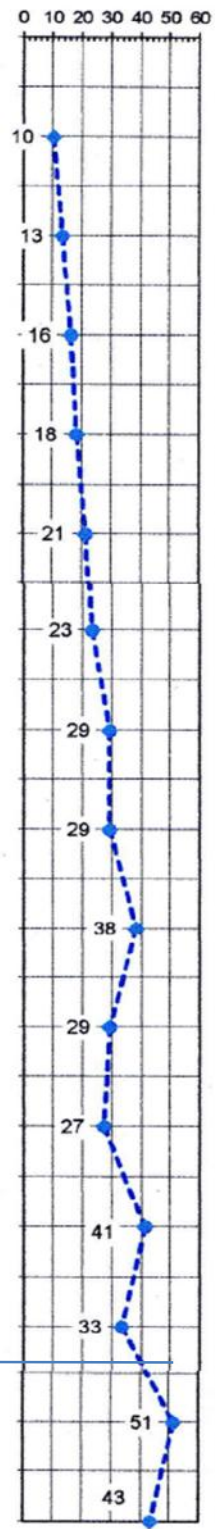
## **Lampiran**

# Data Tanah

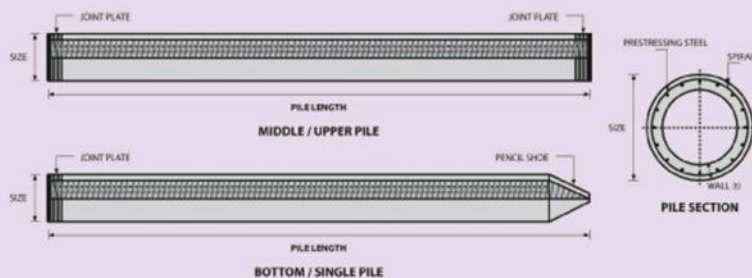
## DRILLING LOG

Project No. : 1	Project : Malang - Jawa Timur	Type of Drilling : Rotary
Bore Hole No. : BM V	Lokasi : Sta 4+650 Left	Date : 05 Juni 2013
Water Table : 0.0 m	Elevation : ± 0,0 ( muka tanah setempat )	Driller : Dasuki

Scale in m	Elevation	Depth in m	Thickness in m	Legend	Description & Colour	Relative Density or Consistency	UD / SPT		Standard Penetration Test			N - Value	
							Depth in m	Sample Code	N-Value Blows/30	Blows per each 15 cm			
									15 cm	15 cm	15 cm		
0	0.00												
1													
2													
3							2.5	SPT-1	10	3	4	6	10
4													
5							4.5	SPT-2	13	3	5	8	13
6													
7					Lempung Berlanau Abu-abu	Very Soft s/d Stiff	6.5	SPT-3	16	6	7	9	16
8													
9							8.5	SPT-4	18	7	8	10	18
10													
11							10.5	SPT-5	21	8	8	13	21
12													
13		-13.00	13.00				12.5	SPT-6	23	7	11	12	23
14													
15							14.5	SPT-7	29	8	13	16	29
16					Lempung Berlanau Coklat	Very Stiff s/d Hard							
17							16.5	SPT-8	29	8	11	18	29
18													
19		-19.00	6.00				18.6	SPT-9	38	11	17	21	38
20													
21							20.5	SPT-10	29	7	14	15	29
22					Lanau Pasir Berlempung Coklat	Medium s/d Dense							
23							22.5	SPT-11	27	6	12	15	27
24													
25							24.5	SPT-12	41	8	19	22	41
26		-26.00	7.00										
27							26.5	SPT-13	33	9	13	20	33
28					Lempung Berpasir Berkerkil	Hard							
29		-29.00	3.00				28.5	SPT-14	51	14	21	30	51
30		-30.00	1.00		Lempung Berlanau Berpasir	Hard							
							30.5	SPT-15	43	13	16	27	43



## PILE SHAPE & SPECIFICATION | PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES



### PRESTRESSED CONCRETE SPUN PILES SPECIFICATION

Concrete Compressive Strength  $f_c' = 52 \text{ MPa}$  (Cube 600  $\text{kg}/\text{cm}^2$ )

Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section ( $\text{cm}^2$ )	Section Inertia ( $\text{cm}^4$ )	Unit Weight ( $\text{kg}/\text{m}$ )	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * ( $\text{ton}\cdot\text{m}$ )	Ultimate ( $\text{ton}\cdot\text{m}$ )			
300	60	452.39	34,607.78	113	A2	2.50	3.75	72.60	23.11	6 - 12
					A3	3.00	4.50	70.75	29.86	6 - 13
					B	3.50	6.30	67.50	41.96	6 - 14
					C	4.00	8.00	65.40	49.66	6 - 15
350	65	581.98	62,162.74	145	A1	3.50	5.25	93.10	30.74	6 - 13
					A3	4.20	6.30	89.50	37.50	6 - 14
					B	5.00	9.00	86.40	49.93	6 - 15
					C	6.00	12.00	85.00	60.87	6 - 16
400	75	765.76	106,488.95	191	A2	5.50	8.25	121.10	38.62	6 - 14
					A3	6.50	9.75	117.60	45.51	6 - 15
					B	7.50	13.50	114.40	70.27	6 - 16
					C	9.00	18.00	111.50	80.94	6 - 17
450	80	929.91	166,570.38	232	A1	7.50	11.25	149.50	39.28	6 - 14
					A2	8.50	12.75	145.80	53.39	6 - 15
					A3	10.00	15.00	143.80	66.57	6 - 16
					B	11.00	19.80	139.10	78.84	6 - 17
500	90	1,159.25	255,324.30	290	C	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
					A1	10.50	15.75	185.30	54.56	6 - 15
					A2	12.50	18.75	181.70	68.49	6 - 16
					A3	14.00	21.00	178.20	88.00	6 - 17
600	100	1,570.80	510,508.81	393	B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6 - 19
					A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
800	120	2,563.54	1,527,869.60	641	A3	22.00	33.00	243.20	104.94	6 - 18
					B	25.00	45.00	238.30	131.10	6 - 19
					C	29.00	58.00	229.50	163.67	6 - 20
					A1	40.00	60.00	415.00	119.34	6 - 20
1000 ***	140	3,782.48	3,589,571.20	946	A2	46.00	69.00	406.10	151.02	6 - 21
					A3	51.00	76.50	399.17	171.18	6 - 22
					B	55.00	99.00	388.61	215.80	6 - 23
					C	65.00	130.00	368.17	290.82	6 - 24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	A1	75.00	112.50	613.52	169.81	6 - 22
					A2	82.00	123.00	601.27	215.16	6 - 23
					A3	93.00	139.50	589.66	258.19	6 - 24
					B	105.00	189.00	575.33	311.26	6 - 24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	C	120.00	240.00	555.23	385.70	6 - 24
					A1	120.00	180.00	802.80	221.30	6 - 24
					A2	130.00	195.00	794.50	252.10	6 - 24
					A3	145.00	217.50	778.60	311.00	6 - 24
1200 ***	150	4,948.01	6,958,136.85	1,237	B	170.00	306.00	751.90	409.60	6 - 24
					C	200.00	400.00	721.50	522.20	6 - 24



# DINDING

## ◆ Plester D200

- Dipergunakan untuk pekerjaan plester dan pasangan bata, ketebalan aplikasi 8-10 mm
- Memiliki daya rekat dan workability yang baik.
- Daya sebar/zak  $\pm 2-2,5 \text{ m}^2/10\text{mm}$



40kg



## Acian dinding dan plester

### ◆ Acian S100

- Warna abu-abu muda
- Cocok untuk expose interior
- Dapat mengurangi terjadinya retak rambut
- Daya sebar/zak  $\pm 10-12 \text{ m}^2/2\text{mm}$



30kg

### ◆ Acian NP S450

- Warna cream
- Cat lebih hemat
- Dapat mengurangi terjadinya retak rambut
- Daya sebar/zak  $\pm 10-12 \text{ m}^2/2\text{mm}$
- 5-7 hari bisa langsung di cat



30kg

## Acian dinding plester dan beton

### ◆ SKIMCOAT S200

- Daya rekat tinggi untuk beton dengan permukaan licin
- Mengurangi retak
- Daya sebar/zak 9-12  $\text{m}^2/30 \text{ kg}$



30kg



### ◆ SKIMKOT PUTIH S500

- Acian putih untuk ekpos dak beton (bagian dalam)
- Mengurangi retak
- Tanpa plamir dan cat dasar
- Menghemat cat
- Daya sebar/zak 9-11  $\text{m}^2/20 \text{ kg}$



20kg

### ◆ Thinbed 101 TB101

- Perekat bata ringan dengan ketebalan spesi antara 2 - 3 mm
- Memiliki daya rekat yang baik
- Daya sebar/zak  $\pm 10-11 \text{ m}^2/3\text{mm}$  (40 kg) (ukuran blok 20x60x10 cm)
- Cepat dalam pengerjaannya



40kg



Khusus Bata Ringan

### ◆ Plester Ringan 1.6S150

- Plester aci bata ringan dalam 1 aplikasi
- Plester aci bata ringan (one coat system) dengan ketebalan spesi antara 5 - 8 mm
- Plester lebih ringan
- Daya sebar/zak  $\pm 4,5-6,5 \text{ m}^2/5-8\text{mm}$  (50 kg) (ukuran blok 20x60x10 cm)
- Lebih cepat dan hemat dalam peketjaan



50kg

## Produk lainnya

### ◆ Concrete Fill R200

Memperbaiki retak & celah beton

- Bahan perekat/bonding dinding plester antara permukaan beton.
- Sebagai bahan pengisi keropos pada beton, celah pada panel, dll.
- Tebal aplikasi 3-15 mm

25kg  
40kg



### ◆ Beton

Beton instan siap pakai

- Tersedia K 175, K 225, K300



50kg

### ◆ Bonding Agent L007

Bonding untuk beton dan mortar



1L





**Spesifikasi Teknis Bata Ringan Citicon**

Panjang, L (mm) : 600  
 Tinggi, H (mm) : 200; 400  
 Tebal, T (mm) : 75; 100; 125; 150; 175; 200

Berat jenis kering, ( $\rho$ ) : 530 kg/m<sup>3</sup>  
 Berat jenis normal, ( $\rho$ ) : 600 kg/m<sup>3</sup>  
 Kuat tekan, ( $\sigma$ ) :  $\geq 4.0$  N/m<sup>2</sup>  
 Konduktivitas termis, ( $\lambda$ ) : 0.14 w/mk

Tebal	mm	75	100	125	150	175	200
Luas Dinding / m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Isi / m <sup>3</sup>	Blok	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67

**Citicon Light Concrete Technical Specifications**

Length, L (mm) : 600  
 Height, H (mm) : 200; 400  
 Thick, T (mm) : 75; 100; 125; 150; 175; 200

Dry Density, ( $\rho$ ) : 530 kg/m<sup>3</sup>  
 Field Density, ( $\rho$ ) : 600 kg/m<sup>3</sup>  
 Compressive Strength, ( $\sigma$ ) :  $\geq 4.0$  N/m<sup>2</sup>  
 Thermal Conductivity, ( $\lambda$ ) : 0.14 w/mk

Thick	mm	75	100	125	150	175	200
Wall Area / m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	13.33	10.00	8.00	6.67	5.71	5.00
Contents / m <sup>3</sup>	Block	111.11	83.33	66.67	55.56	47.62	41.67



**CV. CAHAYA GALUNGGUNG**  
**General Trading & Contractor**

Perumahan Mutiara Citra Asri Blok C 5 No. 16  
Candi Sidoarjo Jawa Timur

TLP : 031.805.3202 FAX : 031.805.3202

HP : 0812.3555.4890 / 0878.5644.4410 / 0856.4844.9990

## SPESIFIKASI TEKNIS

### UKURAN STANDARD GENTENG ROYAL®

Tebal	: ± 2.6 mm
Lebar	: 1.04 Meter (efektif 0.96 Meter)
Panjang	: 1.98 Meter (efektif 1.76 Meter)
Luas/Lembar	: 2.06 M2 (efektif 1.69 M <sup>2</sup> )
Jumlah Panel/Lembar	: 6x9 panel (efektif 6x8 panel)
Berat	: ± 4,7 Kg/M <sup>2</sup>
Sudut Kemiringan	: 30°
Overlap	: Top : 220 mm Side : 80 mm

Pilihan warna :



Merah



Biru



Hijau

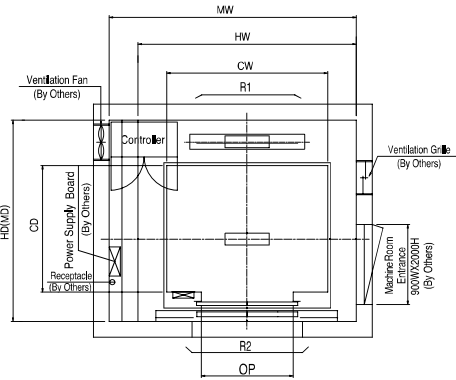


*(Ukuran lain/custom dapat dipesan dengan quantity order tertentu)*

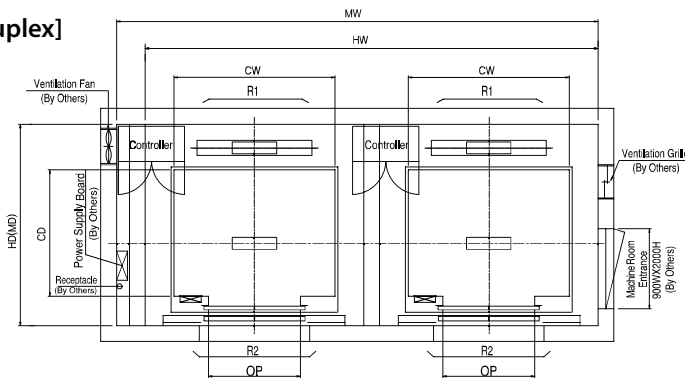
# Technical Data

## I Hoistway & Machine Room Plan

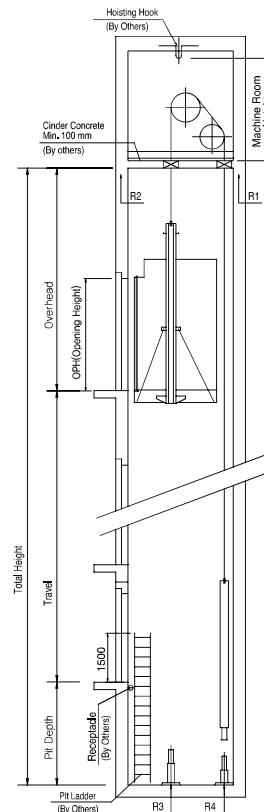
[Simplex]



[Duplex]



## I Hoistway Section



## I Overhead, Pit & Machine Room Height

Application Regulation [CODE]	Speed (m/s)	Load (kg)	Travel (mm)	Overhead (mm)	Pit Depth (mm)	Machine Room HT	Required Hook Strength (kg)
Standard / EN	1	450~1000	Travel≤100	4200	1400	2300	3000
		1350	Travel≤100	4300			4500
		1150/1600	Travel≤80	4300			4500
	1.5	450~1000	Travel≤100	4400	1450	2300	3000
		1350	Travel≤100	4400			4500
		1150/1600	Travel≤80	4400			4500
	1.75	450~1000	Travel≤100	4500	1600	2300	3000
		1350	Travel≤100	4500			4500
		1150/1600	Travel≤80	4500			4500
MS2021	1	410~1025	Travel≤100	4200	1400	2300	3000
		1365	Travel≤100	4300			4500
		1160/1365	Travel≤80	4300			4500
	1.5	410~1025	Travel≤100	4400	1450	2300	3000
		1365	Travel≤100	4400			4500
		1160/1365	Travel≤80	4400			4500
	1.75	410~1025	Travel≤100	4500	1600	2300	3000
		1365	Travel≤100	4500			4500
		1160/1365	Travel≤80	4500			4500
Standard / EN	2	800~1600	Travel≤130	5100	1900	2300	4500
	2.5			5300			

# Technical Data

## I Layout Dimensions | Speed : 1.5, 1.75 m/s

[Standard]

(Unit : mm)

Speed (m/s)	Capacity		Opening Width (mm)	Car Size		Hoistway Size				Machine Room Size				Reaction Load			
	Person	Load(kg)		CW	CD	Simplex		Duplex		Simplex		Duplex		Machine Room		Pit	
						HW	HD	HW	HD	MW	MD	MW	MD	R1	R2	R3	R4
1.5 ~ 1.75	8	550	800	1400	1030	1800	1700	3750	1700	1800	1700	3750	1700	4200	2800	7150	5300
	9	600	800	1400	1130	1800	1750	3750	1750	1800	1750	3750	1750	4500	3100	7500	5500
	10	680	800	1400	1250	1800	1900	3750	1900	1800	1900	3750	1900	4900	3400	8150	5900
	11	750	800	1400	1350	1800	2000	3750	2000	1800	2000	3750	2000	5250	3700	8600	6150
	13	900	900	1600	1350	2000	2000	4150	2000	2000	2000	4150	2000	5750	4100	9850	6900
	15	1000	900	1600	1500	2000	2150	4150	2150	2000	2150	4150	2150	6150	4300	10550	7300
	17	1150	1000	1800	1500	2350	2200	4850	2200	2350	2200	4850	2200	9400	7750	15450	11500
			1100	2000	1350	2550	2050	5250	2050	2550	2050	5250	2050				
	20	1350	1000	1800	1700	2350	2400	4850	2400	2350	2400	4850	2400	10000	8250	16850	12300
			1100	2000	1500	2550	2200	5250	2200	2550	2200	5250	2200				
24	1600	1100	2000	1750	2550	2450	5250	2450	2550	2450	5250	2450	11500	8700	18550	13300	
			2150	1600	2700	2300	5550	2300	2700	2300	5550	2300					

[EN Code]

1.5 ~ 1.75	7	525	800	1400	1030	1800	1700	3750	1700	1800	1700	3750	1700	4200	2800	7150	5300
	8	600	800	1400	1100	1800	1750	3750	1750	1800	1750	3750	1750	4500	3100	7500	5500
	9	680	800	1400	1250	1800	1900	3750	1900	1800	1900	3750	1900	4900	3400	8150	5900
	10	800	800	1400	1350	1800	2000	3750	2000	1800	2000	3750	2000	5250	3700	8600	6150
	12	900	900	1600	1350	2000	2000	4150	2000	2000	2000	4150	2000	5750	4100	9850	6900
	13	1000	900	1600	1500	2000	2150	4150	2150	2000	2150	4150	2150	6150	4300	10550	7300
	16	1150	1000	1800	1500	2350	2200	4850	2200	2350	2200	4850	2200	9400	7750	15450	11500
			1100	2000	1350	2550	2050	5250	2050	2550	2050	5250	2050				
	18	1350	1000	1800	1700	2350	2400	4850	2400	2350	2400	4850	2400	10000	8250	16850	12300
			1100	2000	1500	2550	2200	5250	2200	2550	2200	5250	2200				
21	1600	1100	2000	1750	2550	2450	5250	2450	2550	2450	5250	2450	11500	8700	18550	13300	
			2150	1600	2700	2300	5550	2300	2700	2300	5550	2300					

[Malaysia]

1.5 ~ 1.75	8	545	800	1400	1030	1800	1700	3750	1700	1800	1700	3750	1700	4200	2800	7150	5300
	9	615	800	1400	1150	1800	1800	3750	1800	1800	1800	3750	1800	4500	3100	7500	5500
	10	685	800	1400	1250	1800	1900	3750	1900	1800	1900	3750	1900	4900	3400	8150	5900
	11	750	800	1400	1350	1800	2000	3750	2000	1800	2000	3750	2000	5250	3700	8600	6150
	13	885	900	1600	1350	2000	2000	4150	2000	2000	2000	4150	2000	5750	4100	9850	6900
	15	1025	900	1600	1550	2000	2200	4150	2200	2000	2200	4150	2200	6150	4300	10550	7300
	17	1160	1000	1800	1500	2350	2200	4850	2200	2350	2200	4850	2200	9400	7750	15450	11500
	20	1365	1000	1800	1750	2350	2450	4850	2450	2350	2450	4850	2450	10000	8250	16850	12300
			1100	2000	1550	2550	2250	5250	2250	2550	2250	5250	2250				
	24	1635	1100	2000	1800	2550	2500	5250	2500	2550	2500	5250	2500	11500	8700	18550	13300



BADAN METEOROLOGI KLIMATOLOGI DAN GEOFISIKA

**STASIUN KLIMATOLOGI MALANG**

Jl. Zentana No.33 Karangploso Malang

Telp : (0341) 464827, 461995 ; Fax : (0341) 464827 ; Email : zentana3@yahoocom ; Website : karangploso.jatim.bmkg.go.id

**DATA ARAH DAN KECEPATAN ANGIN TAHUN 2016**

Nama Stasiun : *Staklim Malang*  
Lintang : *07° 45' 48" LS*  
Bujur : *112° 35' 48" BT*

Desa : *Ngijo*  
Kecamatan : *Karangploso*  
Kabupaten : *Malang*  
Tinggi : *575 m*

No	Unsur	Satuan	Jan	Feb	Mar	Apr	Mei	Jun	Jul	Agt	Sep	Okt	Nov	Des
1	Kecepatan Angin Maximum	km/jam	25	23	41	29	36	36	41	36	41	49	32	31
2	Arah Angin Maximum	mata angin	T	S	T	TL	TL	TL	T	TL	T	TL	U	S

Malang, 14 Februari 2017

Stasiun Klimatologi Malang

Malang, Jawa Timur



**Haris Yanuyudi, SSI**  
NIP. 197607142000031001

**Revisi**

## Revisi

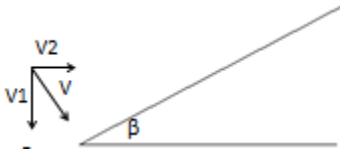
### Perhitungan Sambungan

#### Sambungan S1

Dari SAP diperoleh

Mu = 1274,6 Kgm

Vu = 763,26 Kg



$V = 763,26 \text{ Kg}$

$V_1 = V \cos 14 = 763,26 \cos 14^\circ = 740,58 \text{ Kg}$

$V_2 = V \sin 14 = 763,26 \sin 14^\circ = 184,65 \text{ Kg}$

Direncanakan sambungan baut menggunakan metode titik putar:

$\Phi_{\text{baut}} = 14 \text{ mm}$

Mutu A325  $\rightarrow f_y = 585 \text{ Mpa}$  ;  $f_u = 825 \text{ Mpa}$

Pelat tebal = 8 mm

Mutu BJ 37  $\rightarrow f_y = 240 \text{ Mpa}$  ;  $f_u = 370 \text{ Mpa}$

$$- A_b = \frac{1}{4} \pi d^2 = \frac{1}{4} \pi \times 1,4^2 = 1,54 \text{ cm}^2$$

Syarat Jarak Baut

Jarak antar baut =

$3db < S < 15 \text{ tp}$  atau 200mm

$3 \times 14 < S < 15 \times 8$  atau 200 mm

42 mm < S < 120 mm atau 200mm

Jarak antar baut diambil = 110 mm

Jarak baut dengan tepi

$1,5db < S < 12 \text{ tp}$  dan 150mm

$1,5 \times 14 < S < 12 \times 8$  atau 150 mm

$21 \text{ mm} < S < 96 \text{ mm}$  atau 200mm

Jarak baut diambil = 70 mm dan 37,5 mm

Kuat Rencana Baut

Kuat Geser Baut (Vd)

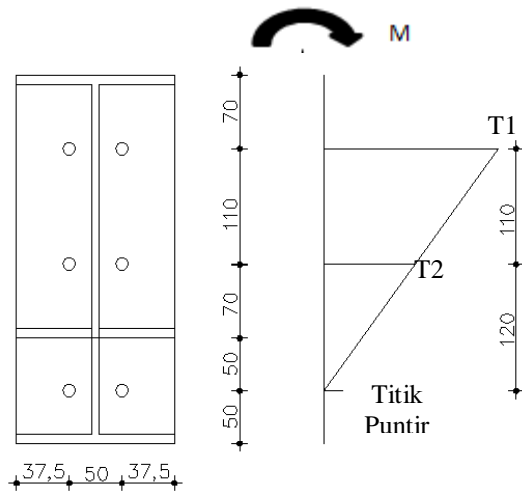
$$\begin{aligned}\emptyset Vd &= 0,75 \times 0,4 \times f_u \times m \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,4 \times 8250 \times 1 \times 1,54 \\ &= 3812 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kuat Tumpu Baut (Vd)

$$\begin{aligned}\emptyset Vd &= 0,75 \times 2,4 \times 1,4 \times t_p \times f_u \\ &= 0,75 \times 2,4 \times 1,4 \times 0,8 \times 8250 \\ &= 16632 \text{ Kg}\end{aligned}$$

Kuat Tarik baut (Td)

$$\begin{aligned}\emptyset Td &= 0,75 \times 0,75 \times f_u \times A_b \\ &= 0,75 \times 0,75 \times 8250 \times 1,54 \\ &= 7147 \text{ Kg}\end{aligned}$$



Gambar 4. 1 Sambungan S1



D1 = 230 mm

D2 = 120 mm

$$Tu_{\max} = \frac{Mu \times d_{\max}}{\Sigma d^2} = \frac{127460 \times 23}{2 \times 673} = 2177,99 \text{ Kg}$$

Kontrol Tumpu

$$Tu = 2177,99 \text{ Kg} < 7147 \text{ Kg} \text{ oke}$$

Kontrol Geser

$$Vu = 740,58 \text{ Kg}$$

$$Vu = \frac{740,58}{6} = 123,43 \text{ Kg}$$

$$Vu = 123,43 \text{ Kg} < 3812 \text{ Kg} \text{ oke}$$

Kontrol akibat Tumpu dan Geser

$$\sqrt{\left(\frac{2177,99}{7147}\right)^2 + \left(\frac{123,43}{3812}\right)^2} = 0,09$$

Sambungan Las Pelat

Ukuran Tebal Minimum Las Sudut

$$t \leq 7 \text{ mm} \rightarrow \text{tebal las} = 3 \text{ mm}$$

$$7 < t \leq 10 \rightarrow \text{tebal las} = 4 \text{ mm}$$

$$10 < t \leq 15 \rightarrow \text{tebal las} = 5 \text{ mm}$$

$$15 < t \rightarrow \text{tebal las} = 6 \text{ mm}$$

Tebal Pelat = 8 mm, maka dipakai tebal las = 4mm

Panjang Las pada profil = 180 mm

Panjang las tambahan = 100 - tf = 91 mm

Panjang total las = 180 + 91 = 271 mm

$$Te = 0,707 \times a = 0,707 \times 4 = 2,83 \text{ mm}$$

$$fuw = 413 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

Kuat Rencana Las Sudut per mm Panjang

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0.75 \times t_e \times (0.6 f_u) \\ &= 0.75 \times 2,83 \times (0.6 \times 413) \\ &= 525,5 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

Kuat Rencana Runtuh Geser Pelat

$$\begin{aligned}\phi R_n &= 0.75 \times t \times (0.6 f_u) \\ &= 0.75 \times 8 \times (0.6 \times 370) \\ &= 1332 \text{ N/mm}\end{aligned}$$

Maka kuat rencana las sudut menentukan

$$\text{Beban } V_u = 740,58 \text{ Kg}$$

Pu per mm

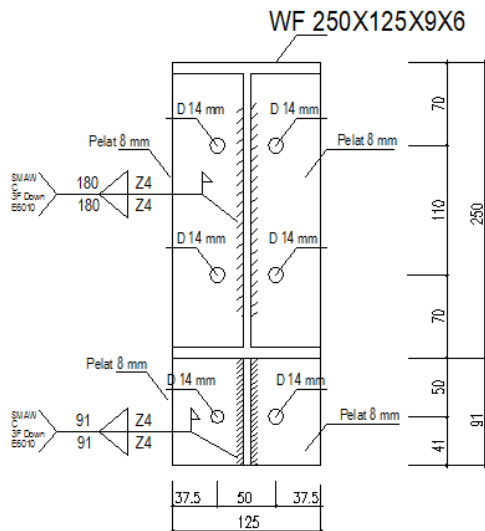
$$R_u = \frac{V_u}{2 \times L_w} = \frac{740,58}{2 \times 271} = 13,66 \text{ N/mm} < 525,5 \text{ N/mm (oke)}$$

Beban Mu = 1275 Kg

$$R_u = \frac{M_u}{2 \times M_w} = \frac{1275}{2 \times \frac{1}{6} \times 1 \times 271^2} = 520,7 \text{ N/mm} < 525,5 \text{ N/mm (oke)}$$

Kontrol Akibat Pu dan Mu

$$\sqrt{\frac{13,66^2}{525,5} + \frac{520,7^2}{525,5}} = 0,99$$



**Gambar 4. 2 Sambungan S1**



Penulis bernama lengkap Dzul Fikri Muhammad. Penulis dilahirkan di Malang, 2 September 1994, merupakan anak Ke 2 dari 3 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan formal yaitu di TK Ummu Aiman, SD Islam Sabilillah Malang, SMP Islam Sabilillah Malang, dan SMA Negeri 1 Malang. Penulis kemudian diterima di Jurusan DIV

Teknik Infrastruktur Sipil pada tahun 2013. Penulis pernah aktif di kegiatan kemahasiswaan sebagai Staff Departemen Media Jamaah Masjid Al-Azhar Diploma Sipil 2014-2016. Pada tahun 2015, penulis diangkat sebagai Sekertaris Departemen Media JMAA. Penulis pernah mendapatkan Juara 3 pada Lomba Rancang Kuda-kuda Nasional VIII.



PROYEK AKHIR TERAPAN - RC146599

**DESAIN STRUKTUR GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
MENGUNAKAN SISTEM GANDA DAN METODE PELAKSANAAN  
PEKERJAAN PONDASI**

**DZUL FIKRI MUHAMMAD**

NRP. 3113 041 014

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir.M. SIGIT DARMAWAN, M.EngSc., Ph.D  
NIP. 19630726 198903 1 003

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA

2017



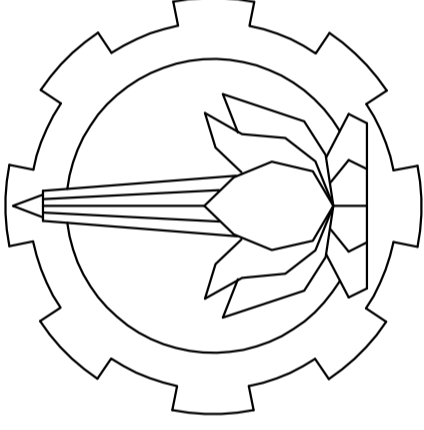
PROYEK AKHIR TERAPAN - RC146599

**DESAIN STRUKTUR GEDUNG PASCASARJANA UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
MENGUNAKAN SISTEM GANDA DAN METODE PELAKSANAAN  
PEKERJAAN PONDASI**

DZUL FIKRI MUHAMMAD  
NRP. 3113 041 014

Dosen Pembimbing  
Prof. Ir. M. SIGIT DARMAWAN, M.EngSc., Ph.D  
NIP. 19630726 198903 1 003

PROGRAM STUDI DIPLOMA IV TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

# GAMBAR PERENCANAAN

Desain Struktur Gedung Pascasarjana Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Pondasi

MAHASISWA :

Dzul Fikri Muhammad  
NRP : 3113041014

DOSEN PEMBIMBING :

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan, MEngSc.,PhD  
NIP. 19630726 198903 1 003

# Daftar Gambar

No.	Judul Gambar	No. Gbr
1	Tampak Timur	1
2	Tampak Barat	2
3	Tampak Utara	3
4	Tampak Selatan	4
5	Denah Lantai Dasar (LT1)	5
6	Denah Lantai 2-6	6
7	Denah Lantai 7	7
8	Denah Lantai 8	8
9	Potongan Memanjang	9
10	Potongan Melintang	10
11	Denah Pelat Atap	11
12	Denah Pelat Atap	12
13	Denah Pelat Atap	13
14	Denah Pelat Atap	14
15	Denah Pelat Lantai 2-8	15
16	Denah Pelat Lantai 2-8	16
17	Denah Pelat Lantai 2-8	17

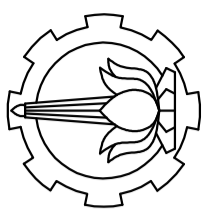
No.	Judul Gambar	No. Gbr
18	Denah Pelat Lantai 2-8	18
19	Detail dan Potongan Pelat	19
20	Detail dan Potongan Pelat	20
21	Detail dan Potongan Pelat	21
22	Tangga 1	22
23	Tangga 1	23
24	Tangga 2	24
25	Tangga 2	25
26	Struktur Atap	26
27	Detail Sambungan Struktur Atap	27
28	Detail Sambungan Struktur Atap	28
29	Detail Sambungan Struktur Atap	29
30	Detail Sambungan Struktur Atap	30
31	Denah Balok dan Kolom	31
32	Denah Balok dan Kolom	32
33	Detail Balok	33
34	Detail Kolom dan Sloof	34



# Daftar Gambar

No.	Judul Gambar	No. Gbr
35	Detail Balok	35
36	Detail Balok	36
37	Detail Balok	37
38	Detail Balok	38
39	Detail Balok	39
40	Detail Sloof	40
41	Denah Sloof	41
42	Detail Kolom	42
43	Detail Kolom	43
44	Detail Shear Wall	44
45	Penulangan Portal Melintang	45
46	Penulangan Portal Melintang	46

No.	Judul Gambar	No. Gbr
47	Penulangan Portal Memanjang	47
48	Penulangan Portal Memanjang	48
49	Penulangan Portal Shearwall	49
50	Penulangan Portal Shearwall	50
51	Hubungan Balok Kolom	51
52	Denah Sloof dan Pondasi	52
53	Detail Pondasi	53
54	Detail Pondasi	54
55	Detail Pondasi	55
56	Detail Pondasi	56
57	Detail Pondasi Shearwall	57



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Tampak

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

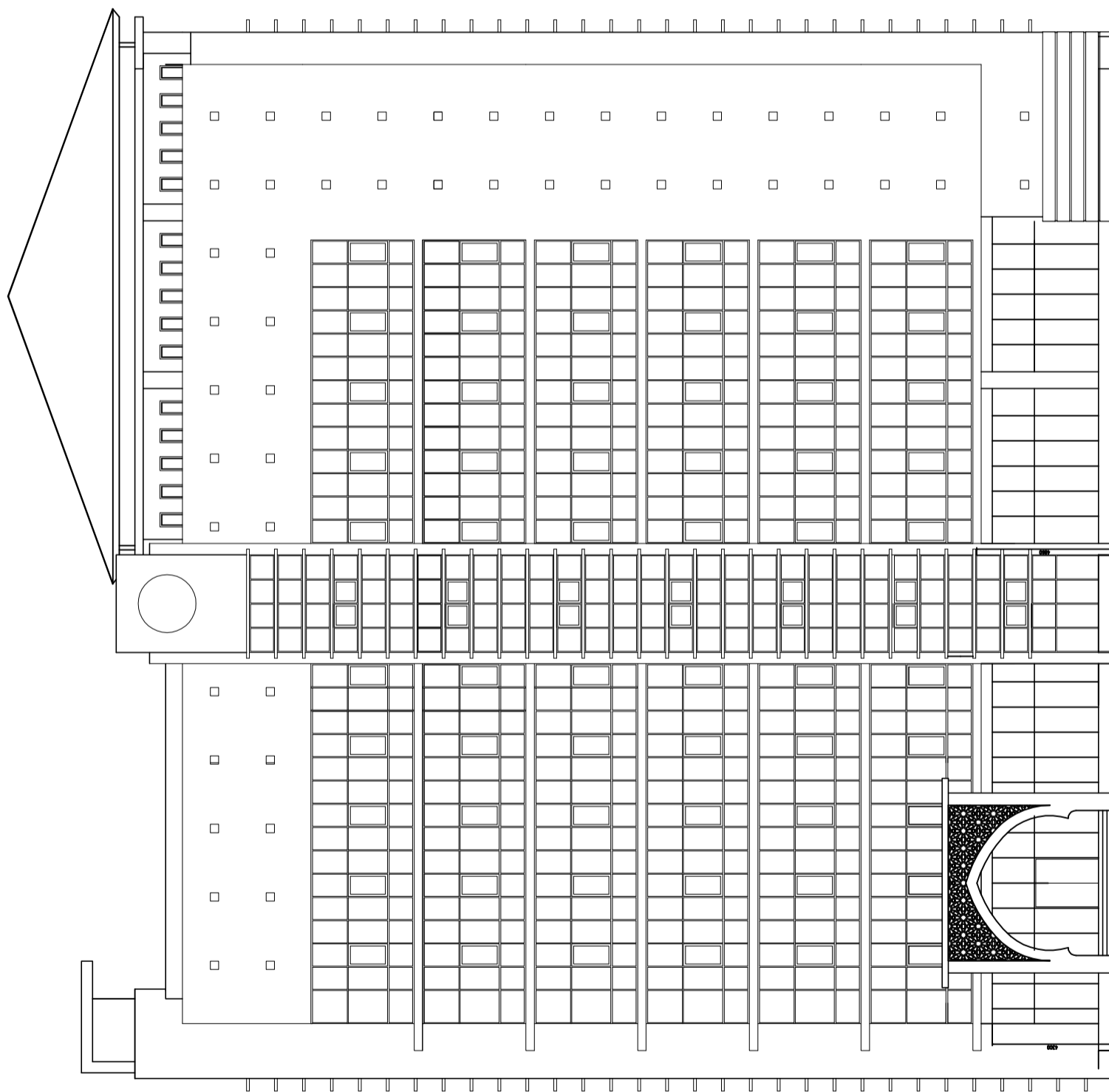
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

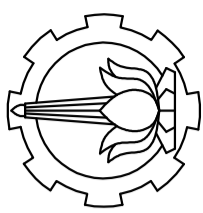
1

57



**Tampak Timur**

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Tampak

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

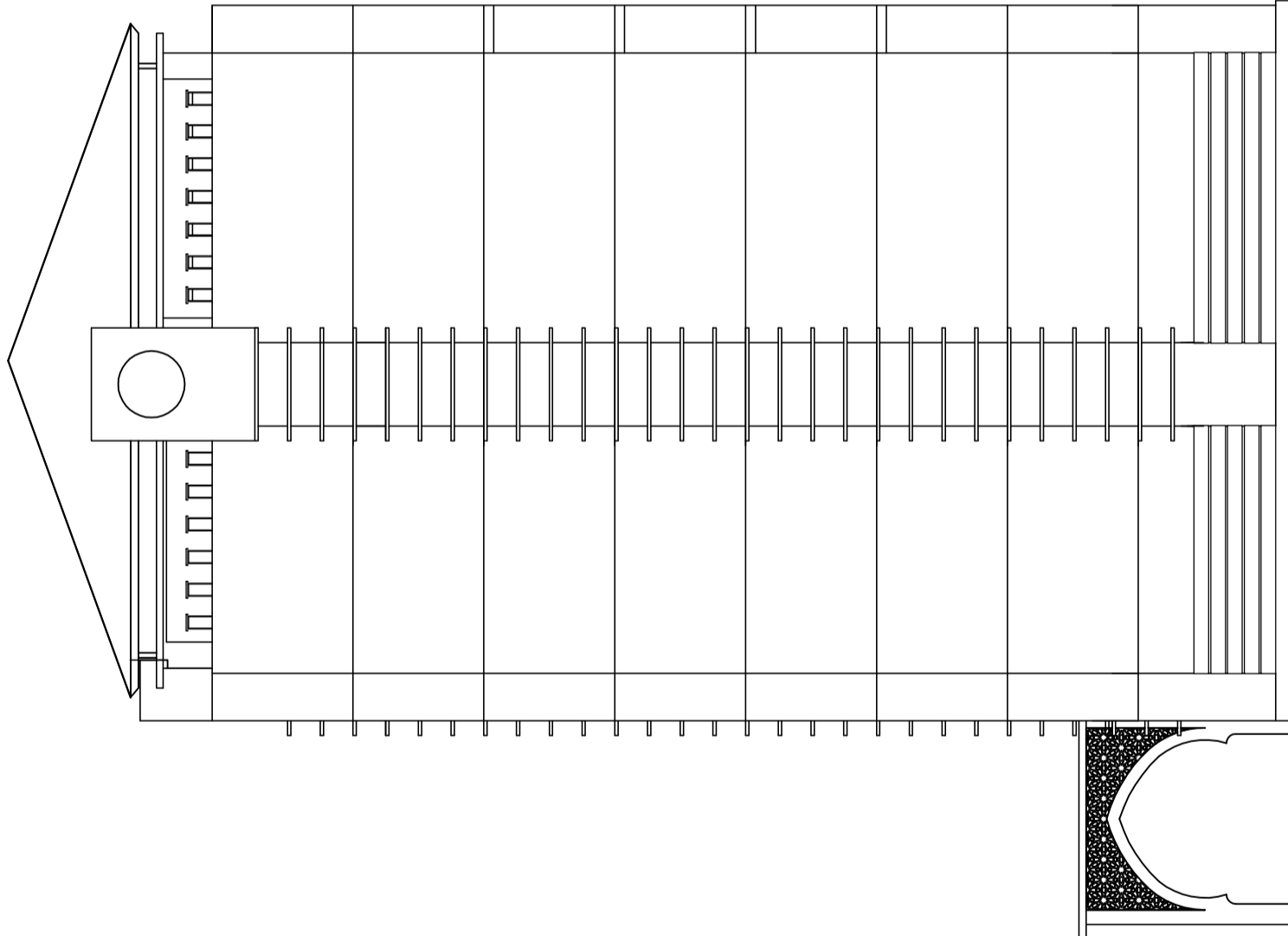
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

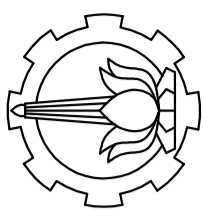
3

57



**Tampak Utara**

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Tampak

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

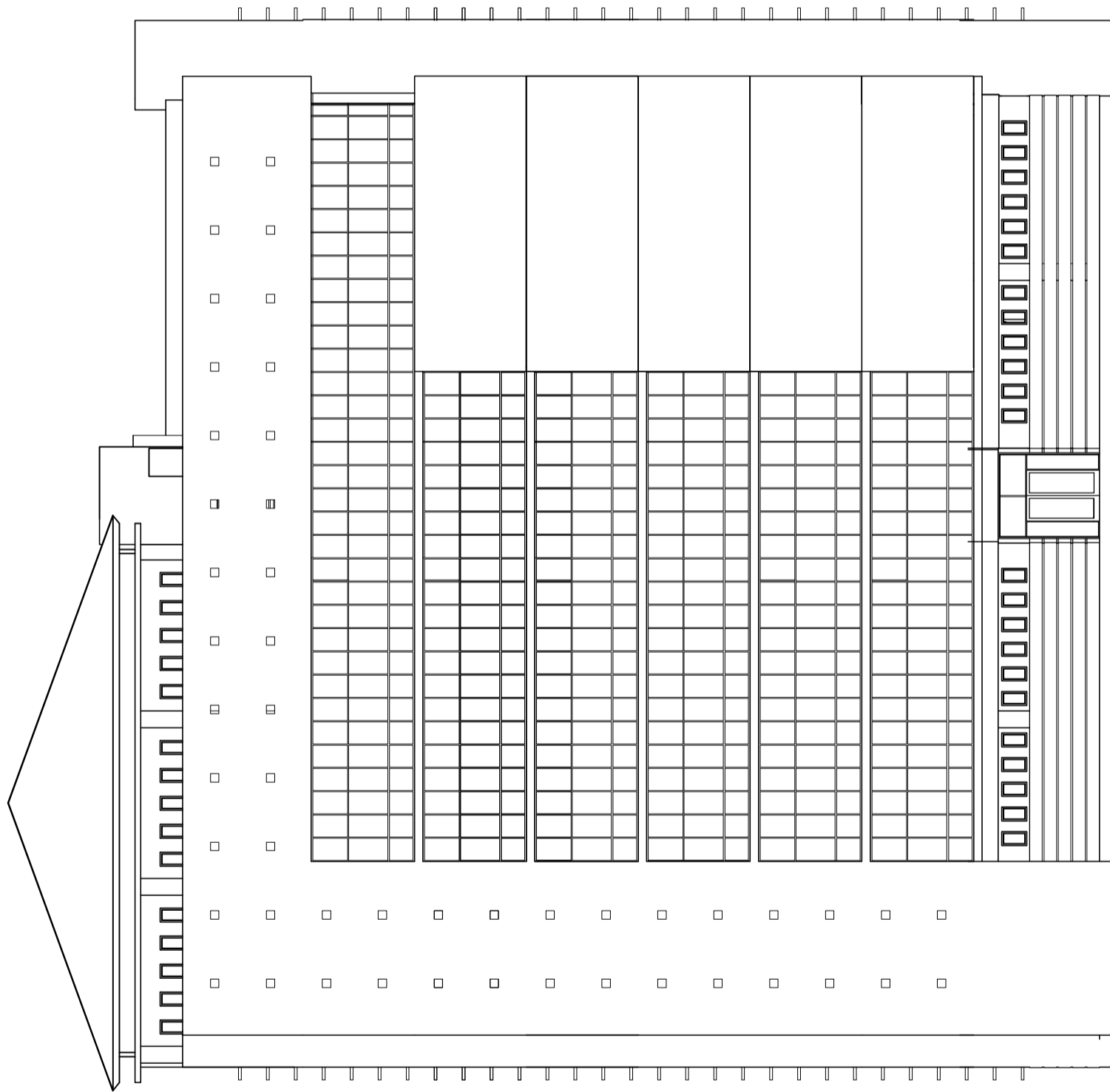
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

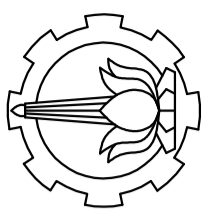
2

57



**Tampak Barat**

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Tampak

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

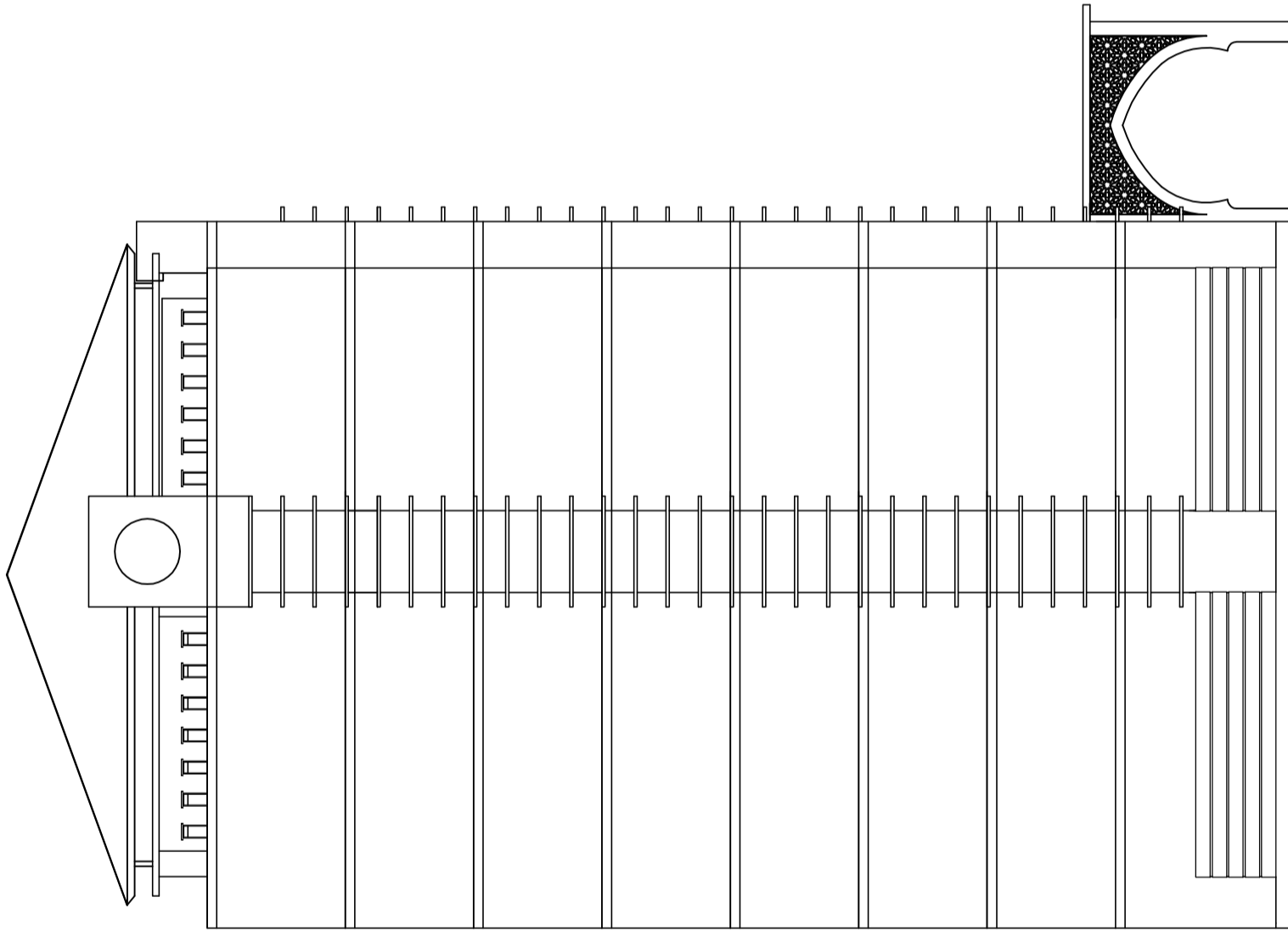
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

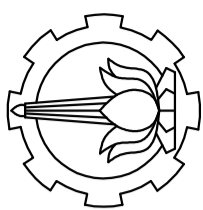
4

57



## Tampak Selatan

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

DENAH

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

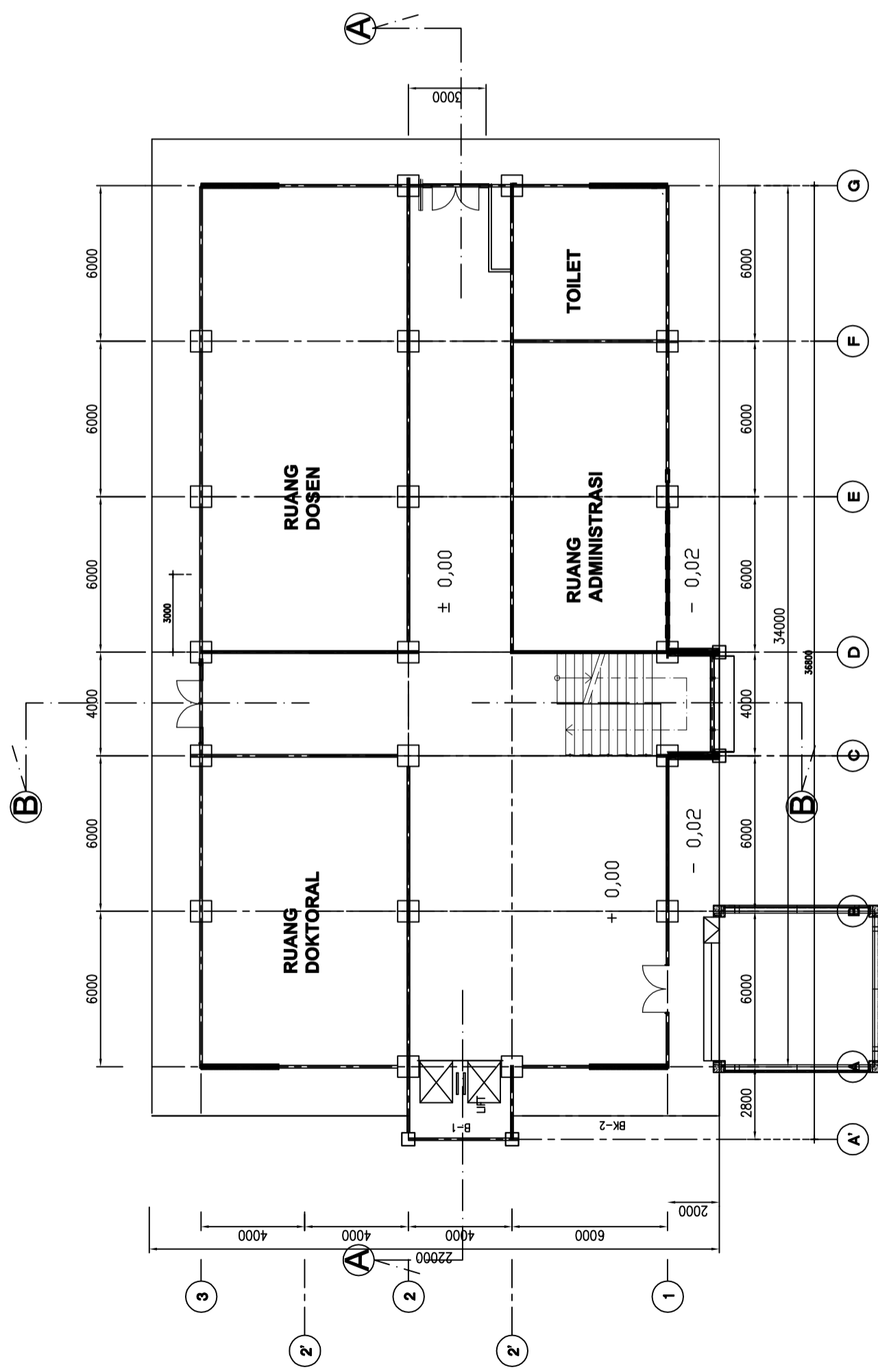
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

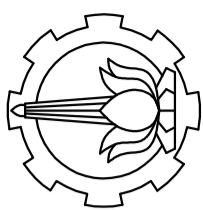
5

57



# DENAH LANTAI DASAR (LT 1)

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

DENAH

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

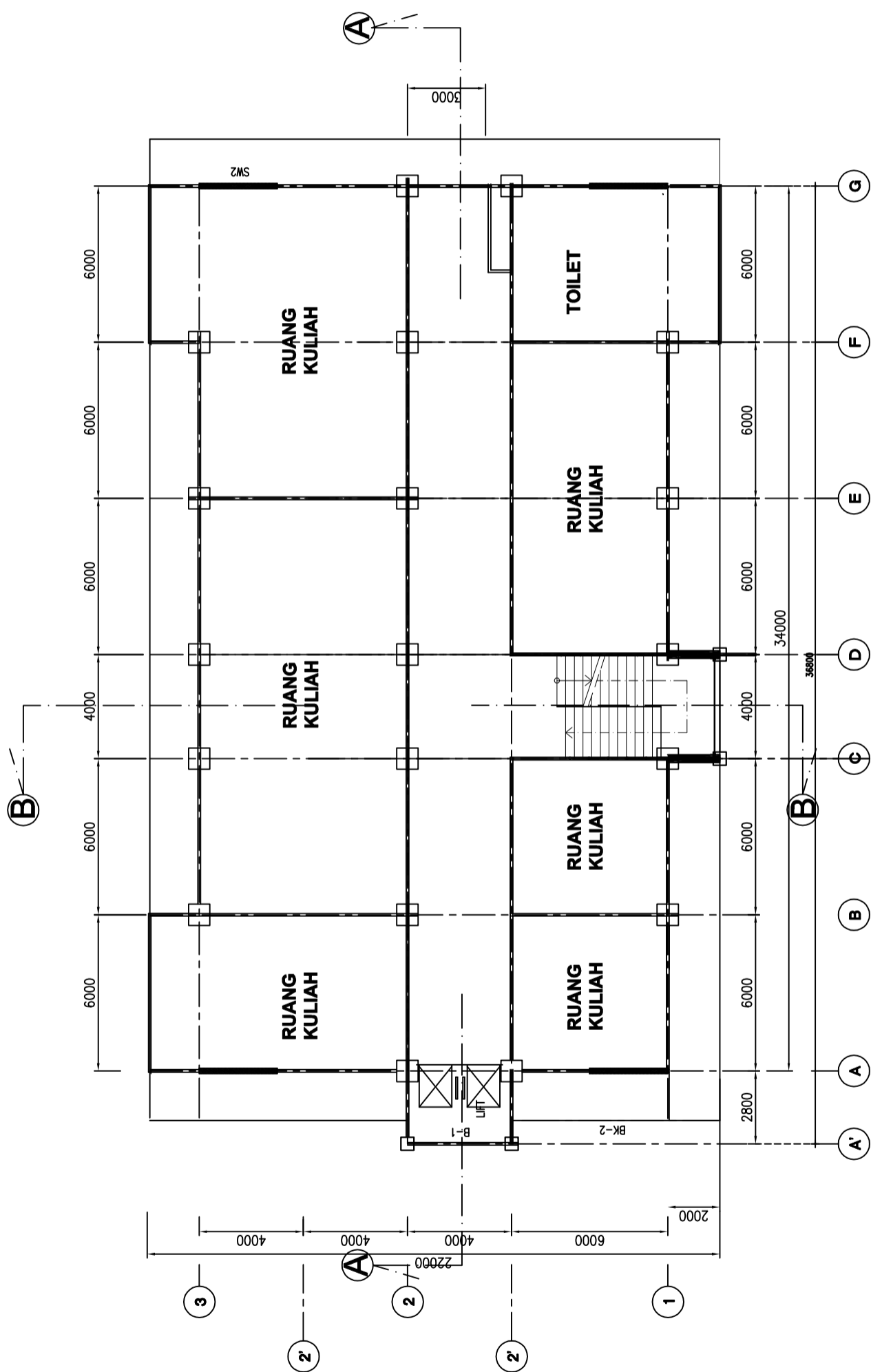
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

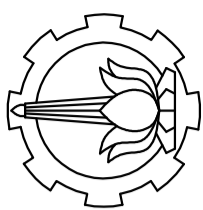
6

57



## DENAH LANTAI 2-6

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

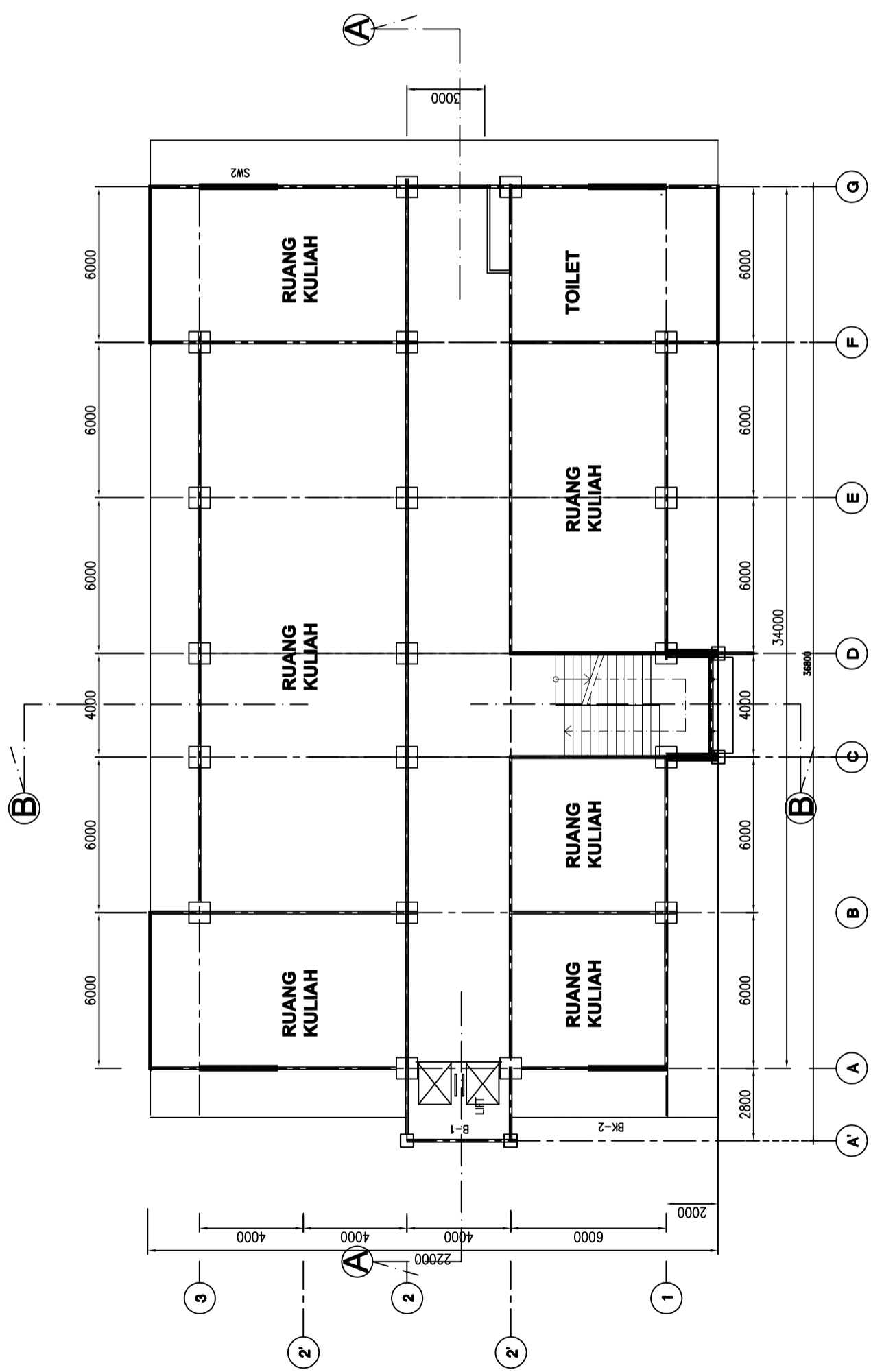
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

7

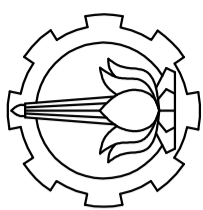
57



# DENAH LANTAI 7

SKALA 1 : 200





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

DENAH

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

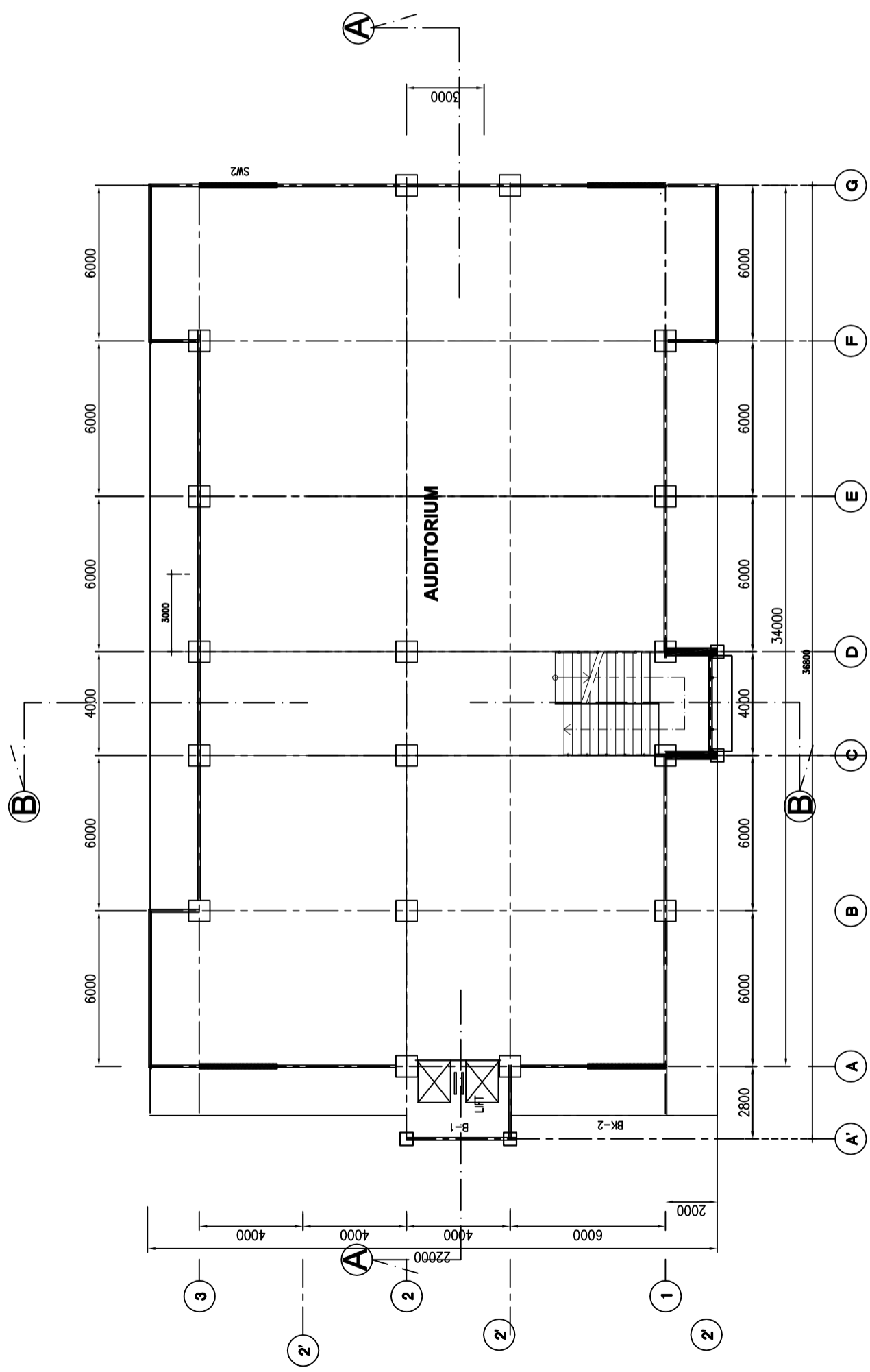
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

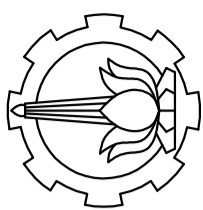
8

57



# DENAH LANTAI 8

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Potongan Memanjang

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

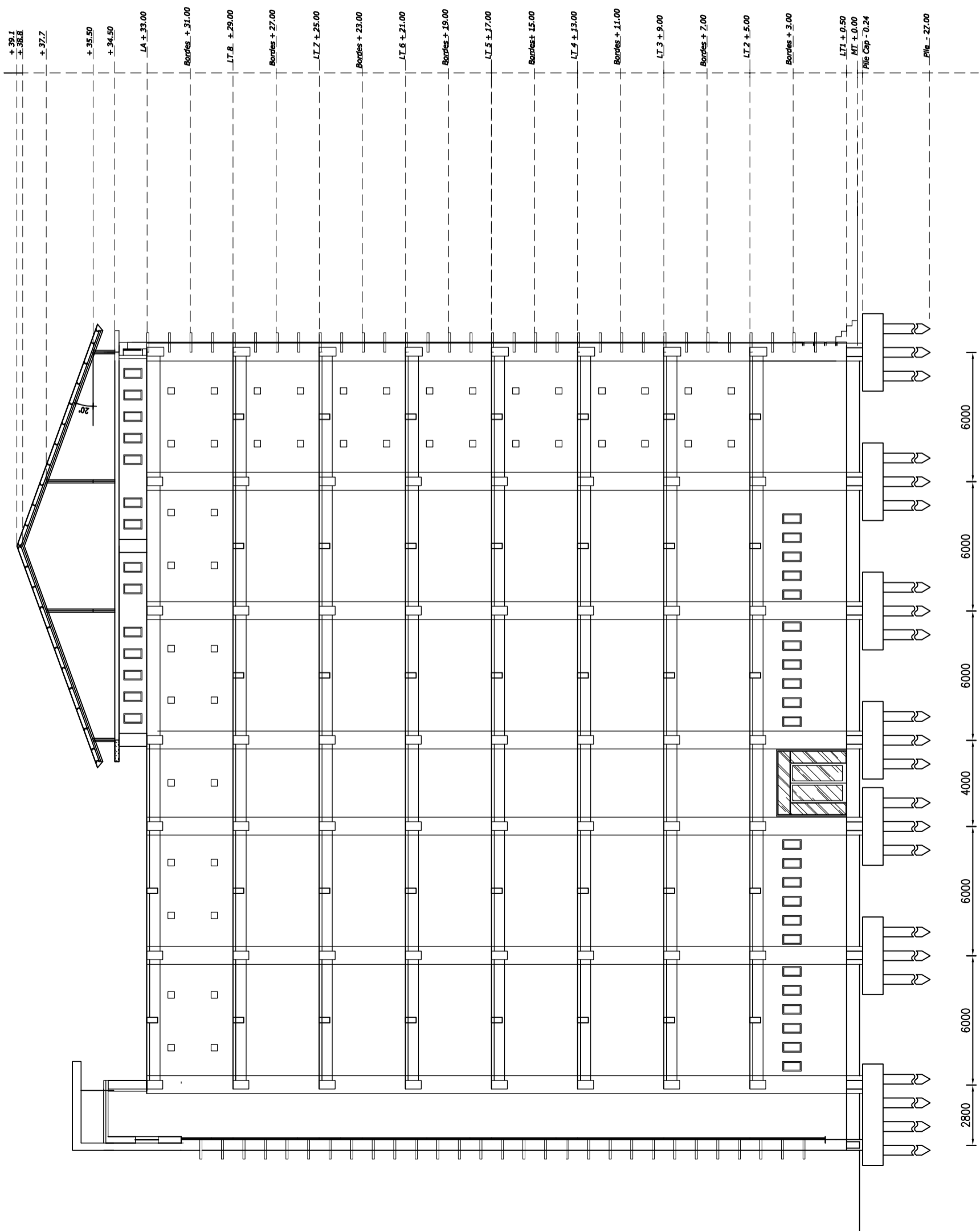
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

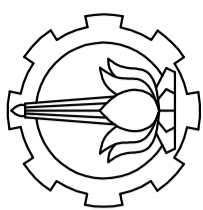
9

57



**Potongan Memanjang**

SKALA 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Potongan Melintang

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

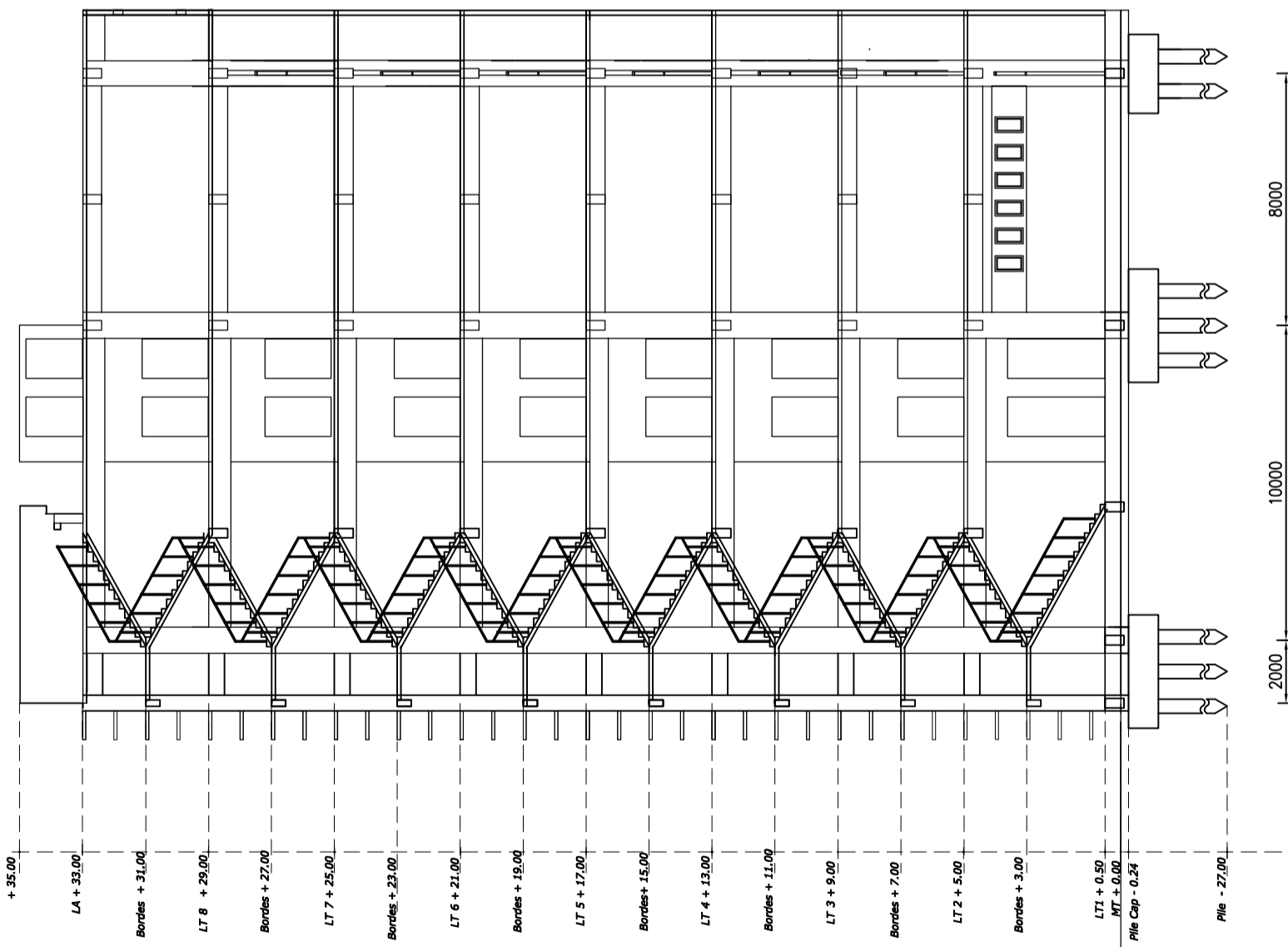
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

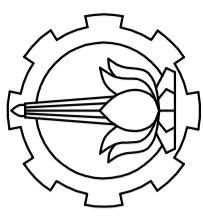
10

57



# Potongan Melintang

SKALA 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Pelat

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

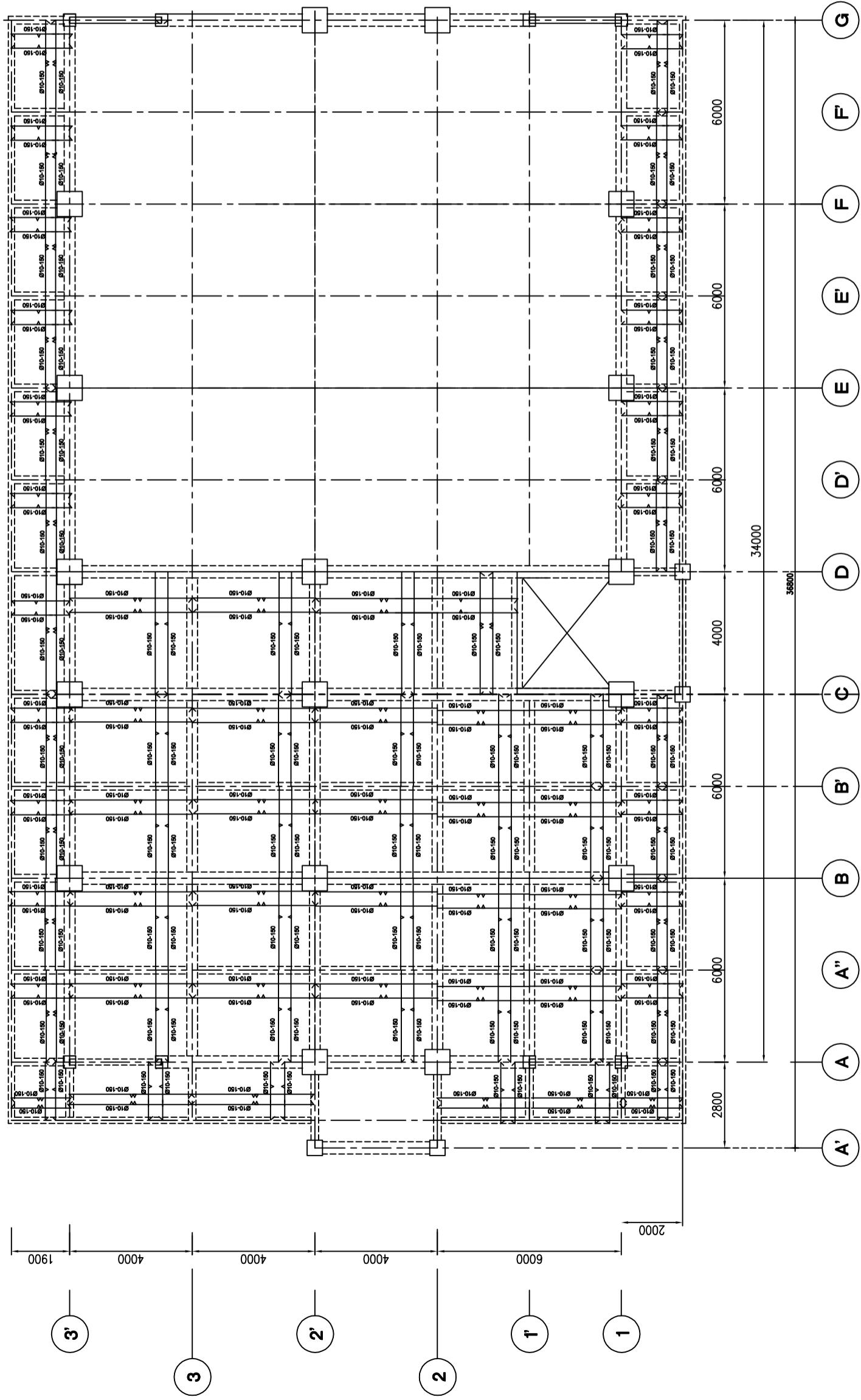
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

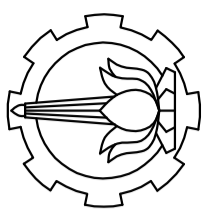
11

57



# Denah Pelat Atap

SKALA 1:150



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Pelat

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

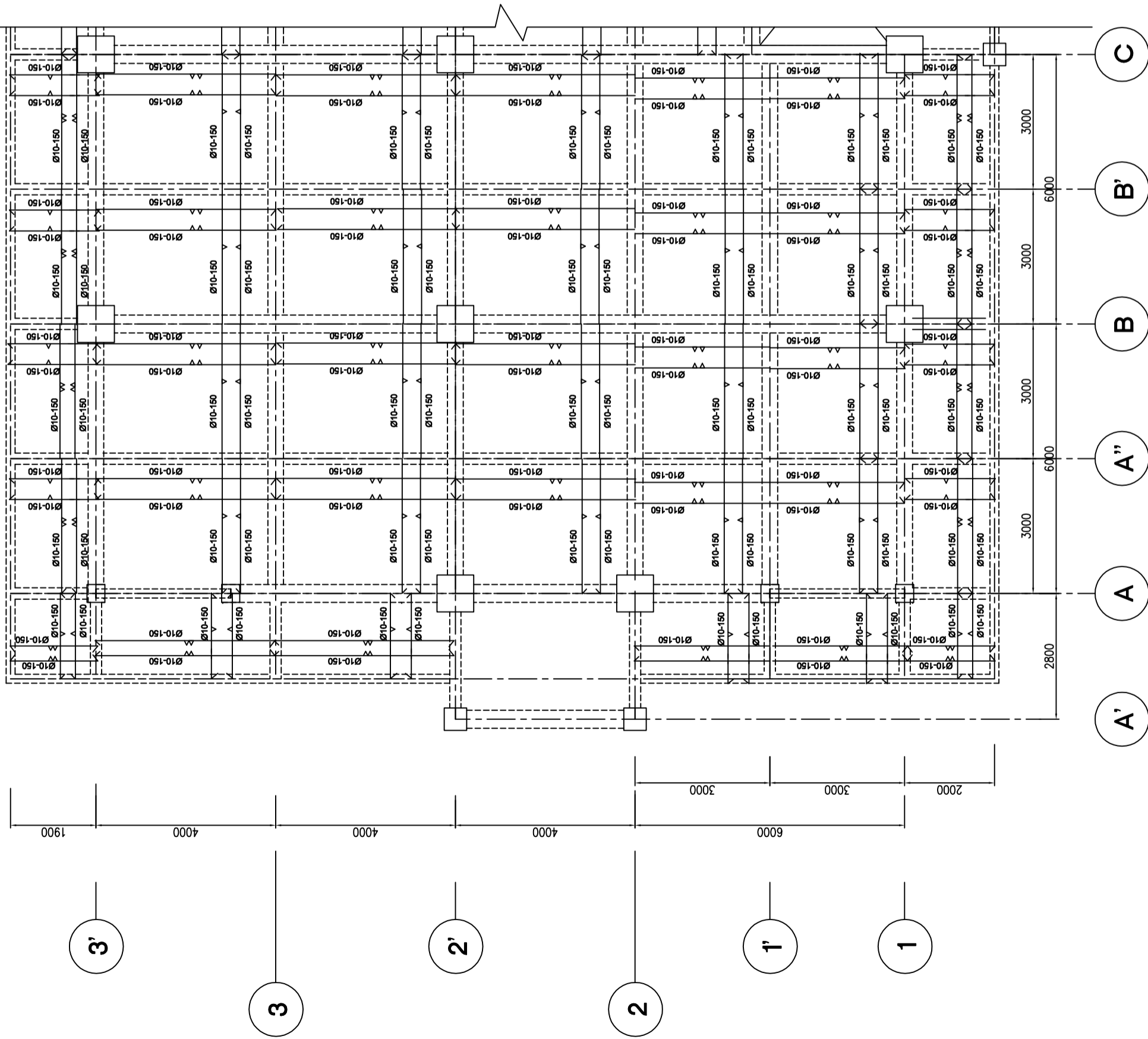
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

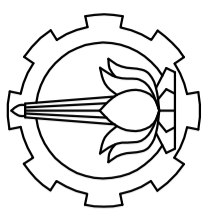
12

57



# Denah Pelat Atap

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Pelat

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

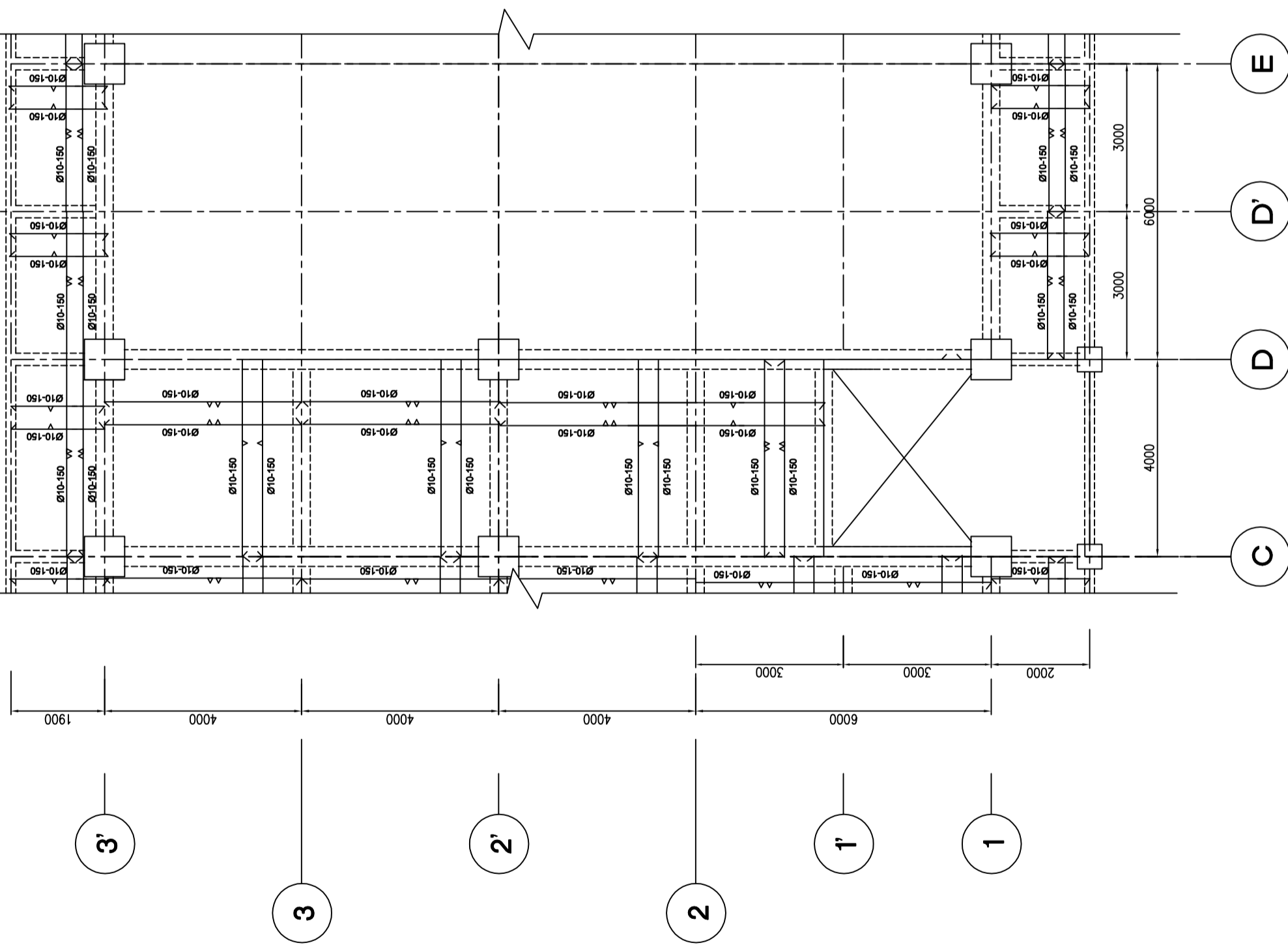
Jumlah Lembar

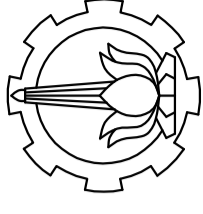
13

57

# Denah Pelat Atap

SKALA 1:100





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Pelat

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

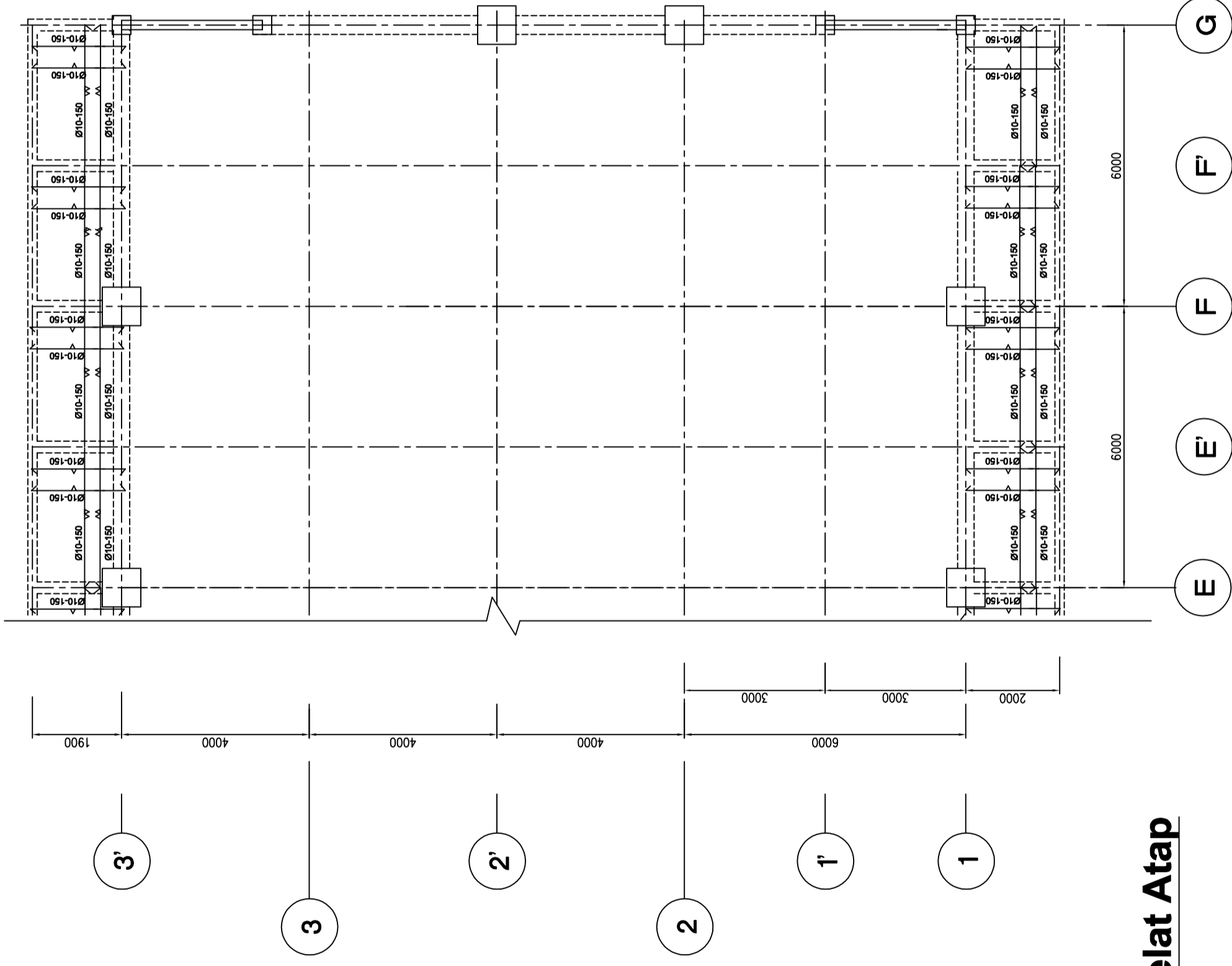
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

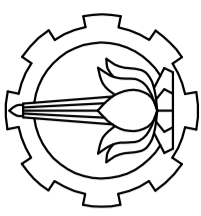
14

57



**Denah Pelat Atap**

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Pelat

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

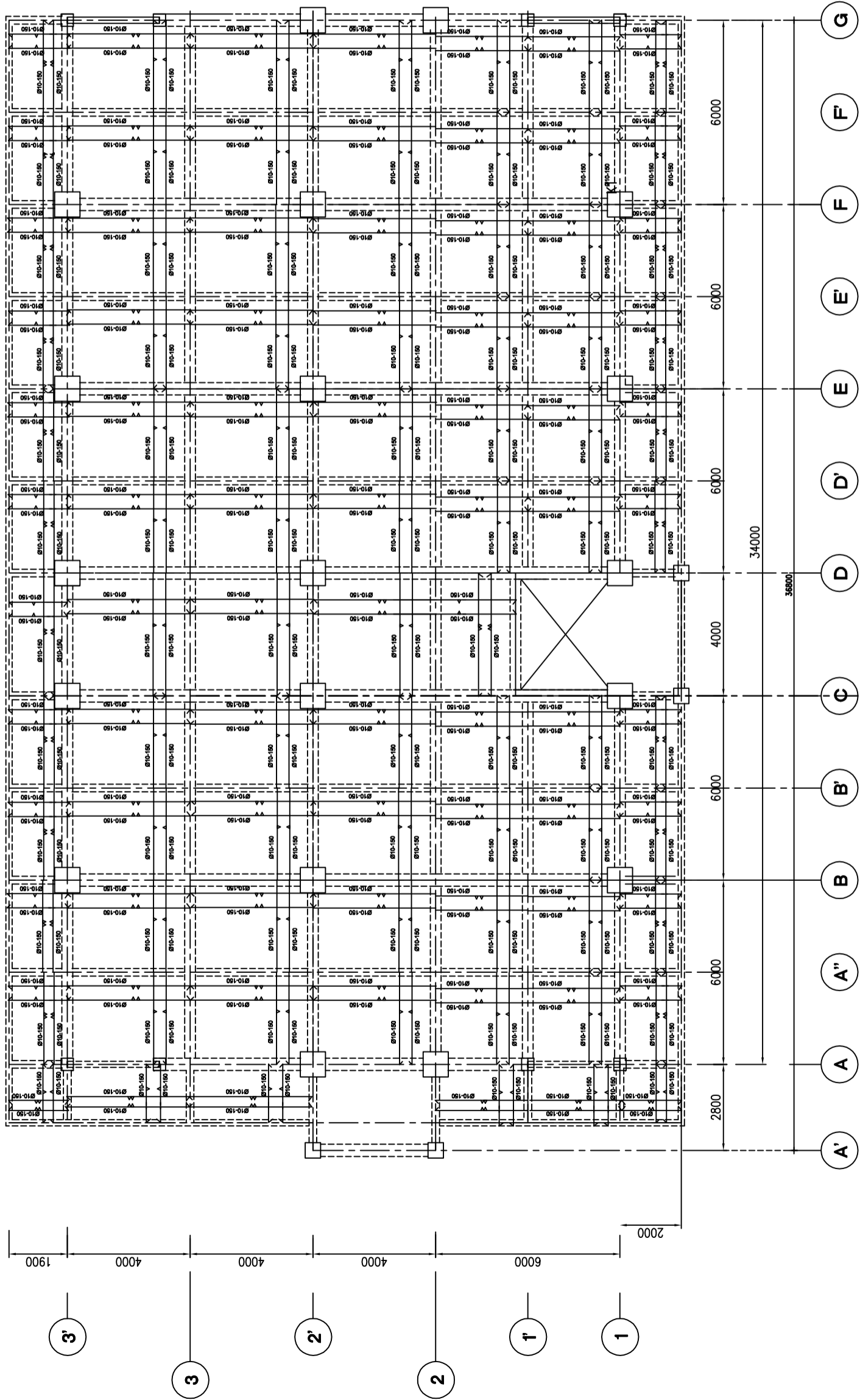
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

15

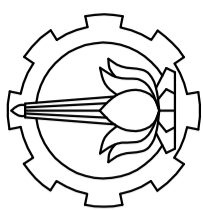
57



Denah Pelat Lantai Lt. 2-8

SKALA 1:150





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Pelat

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

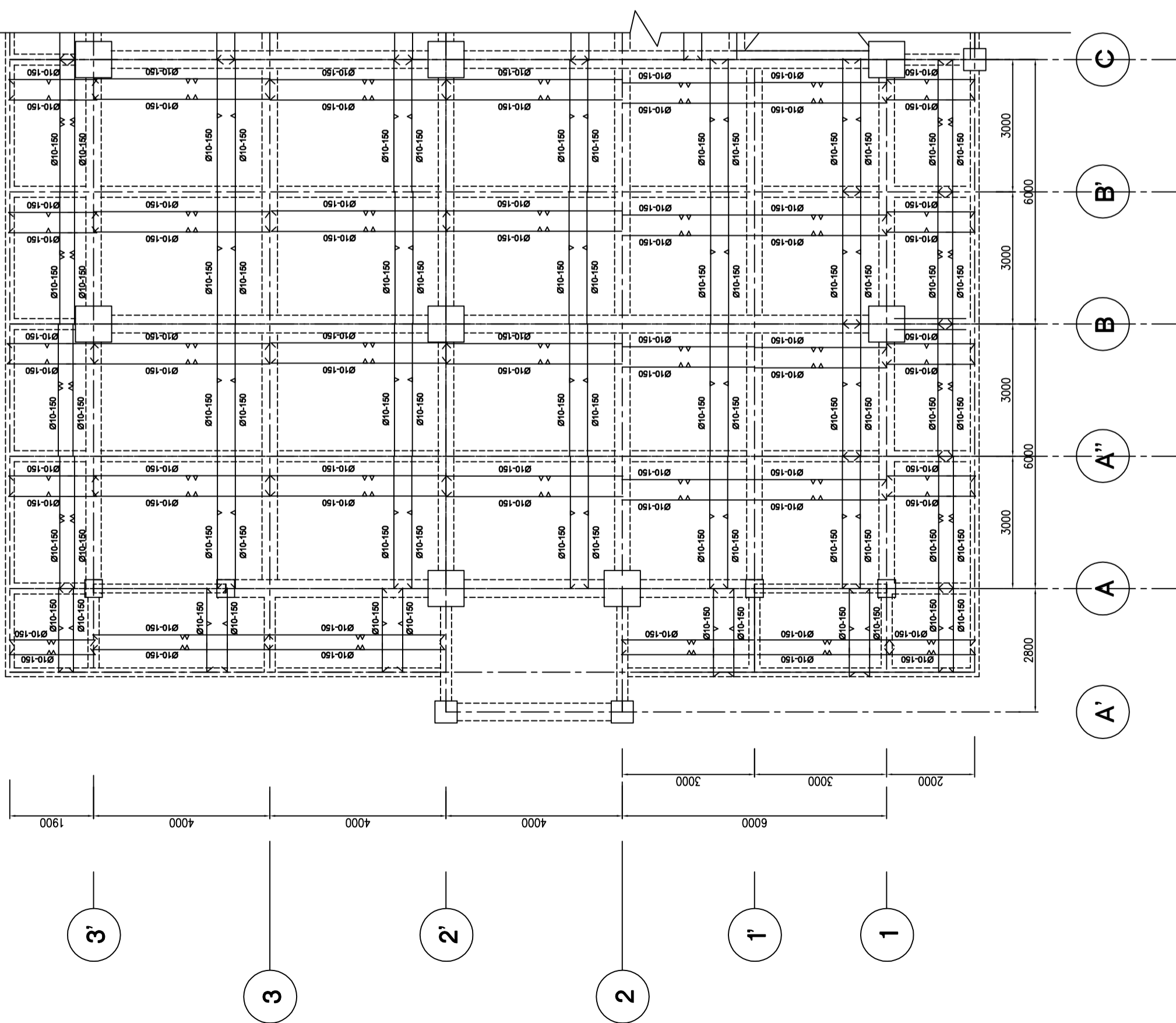
Jumlah Lembar

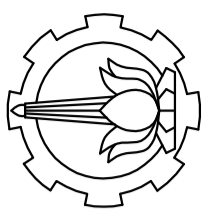
16

57

# Denah Pelat Lantai Lt. 2-8

SKALA 1:100





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Pelat

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

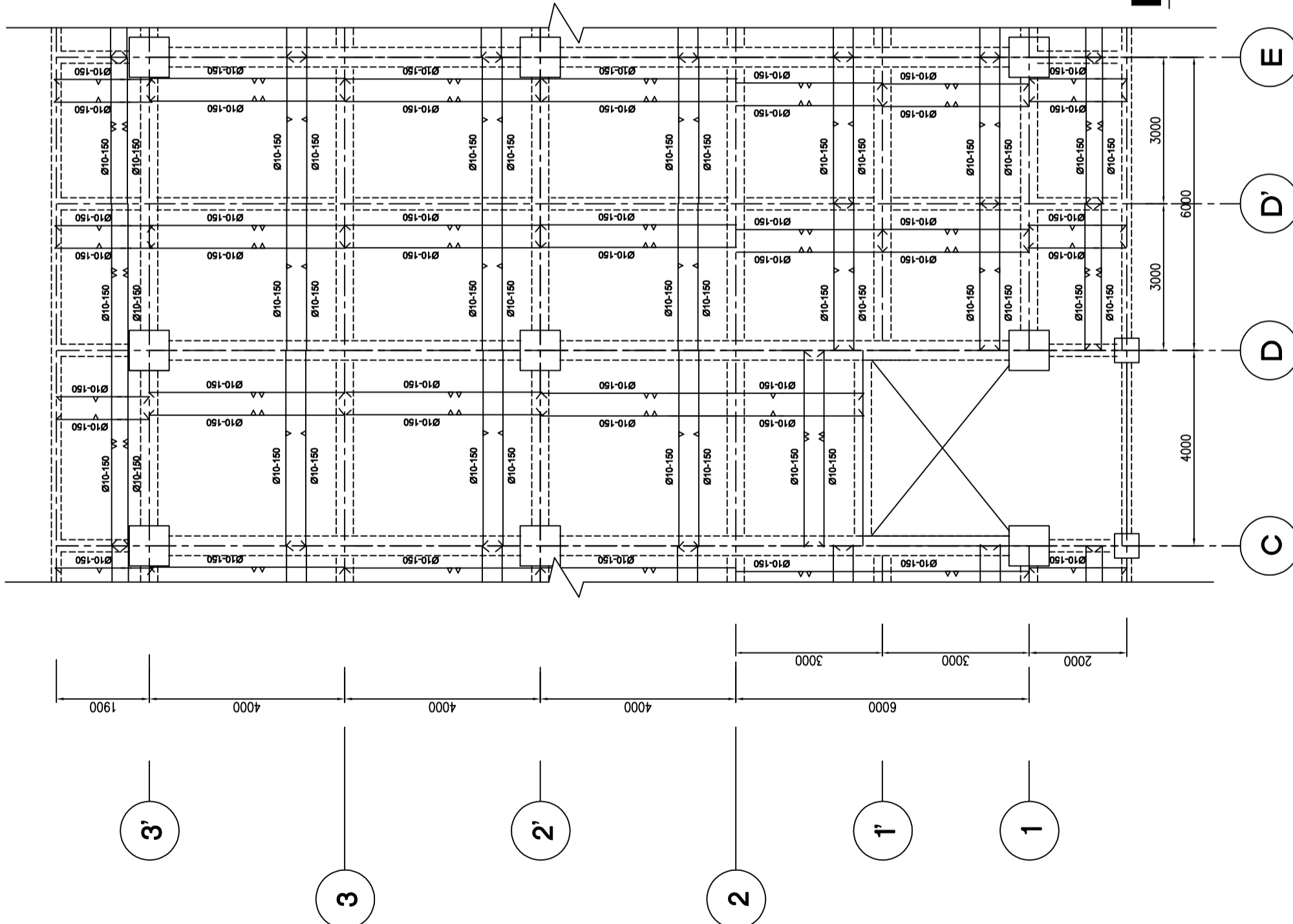
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

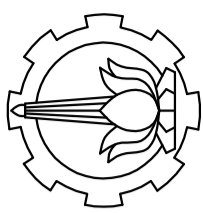
17

57



# Denah Pelat Lantai Lt. 2-8

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Pelat

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

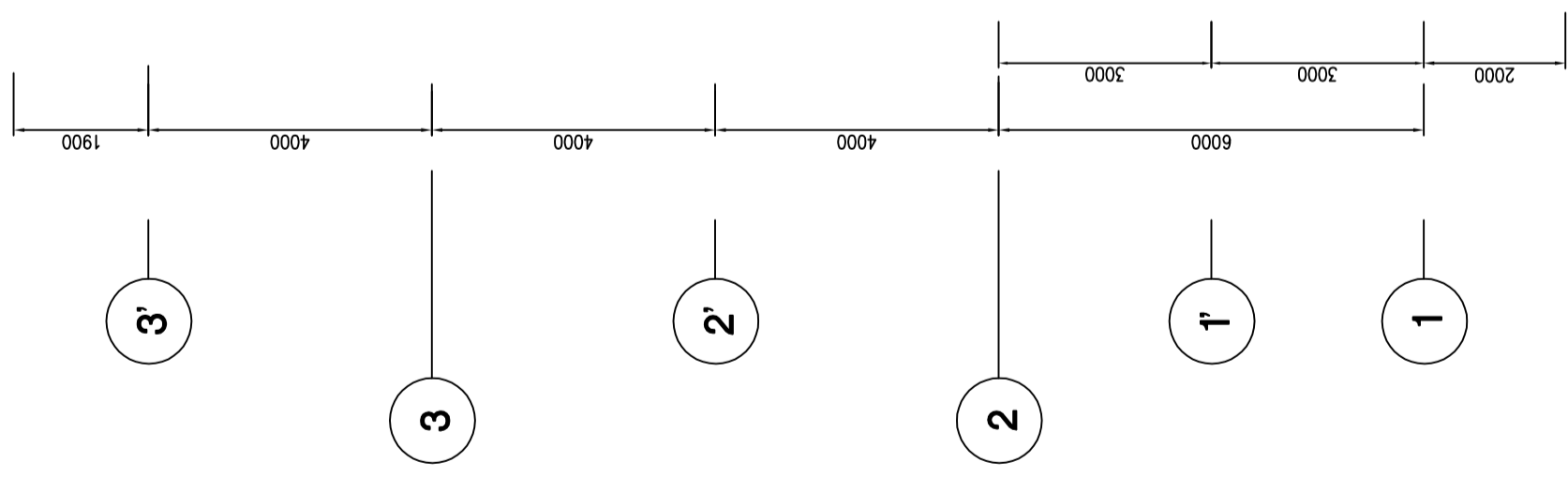
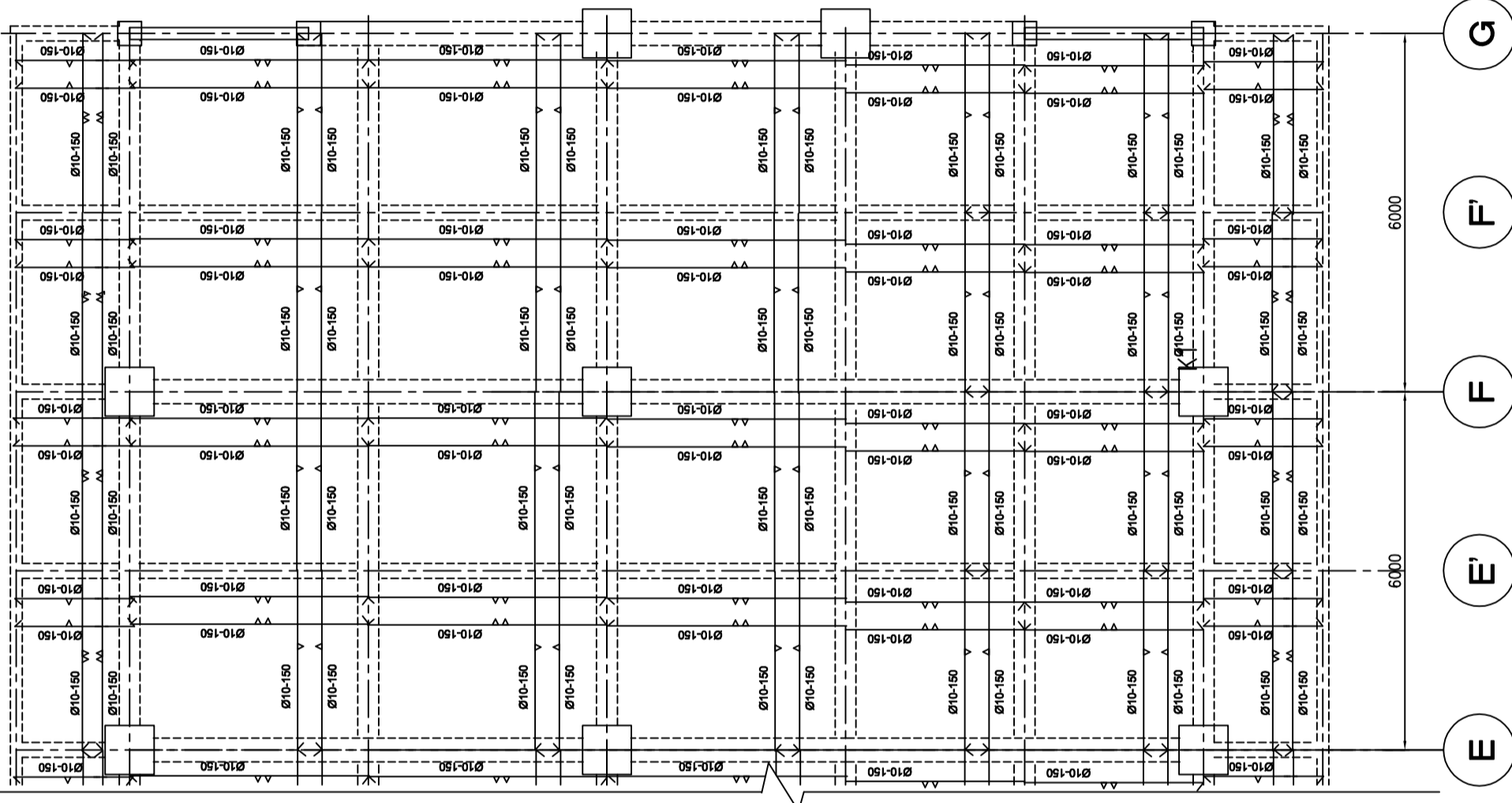
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

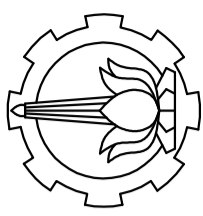
18

57



**Denah Pelat Lantai Lt. 2-8**

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

## TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

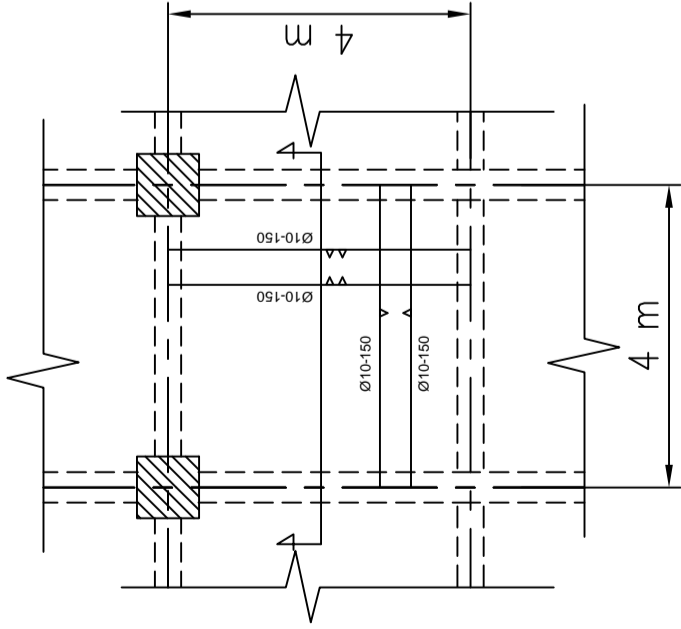
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

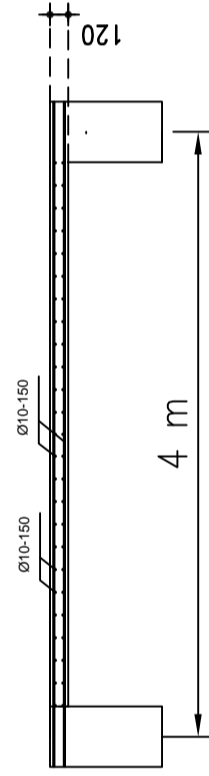
19

57



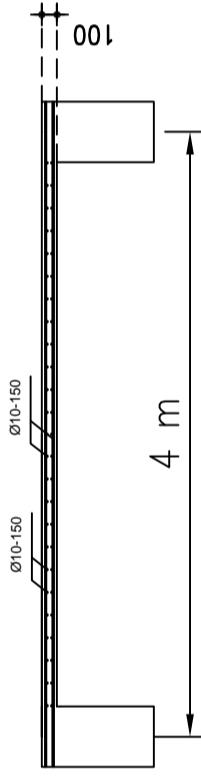
### Detail Pelat SL1

SKALA 1:100



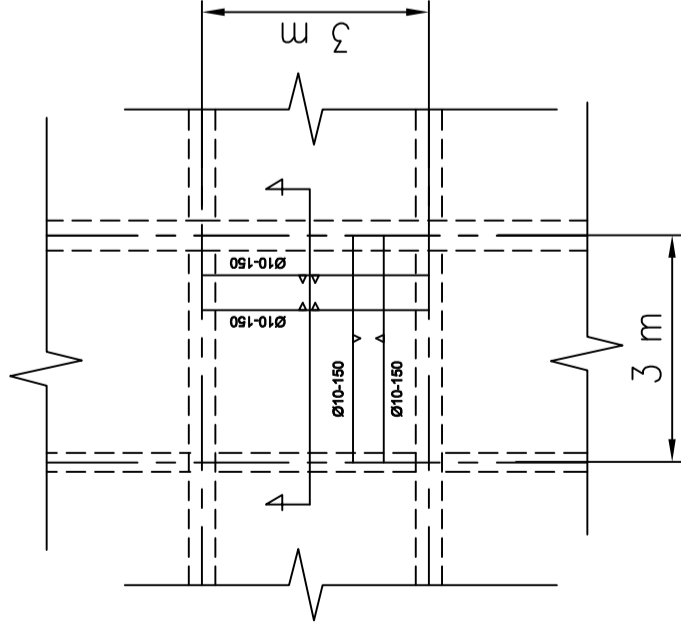
### Potongan Pelat Lantai

SKALA 1:50



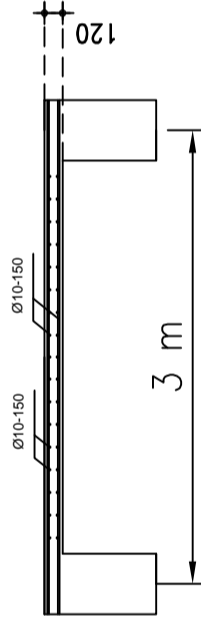
### Potongan Pelat Atap

SKALA 1:50



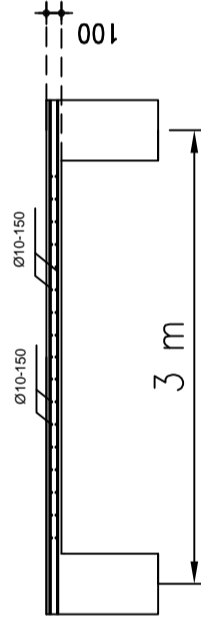
### Detail Pelat SL2

SKALA 1:100



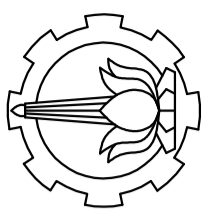
### Potongan Pelat Lantai

SKALA 1:50



### Potongan Pelat Atap

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

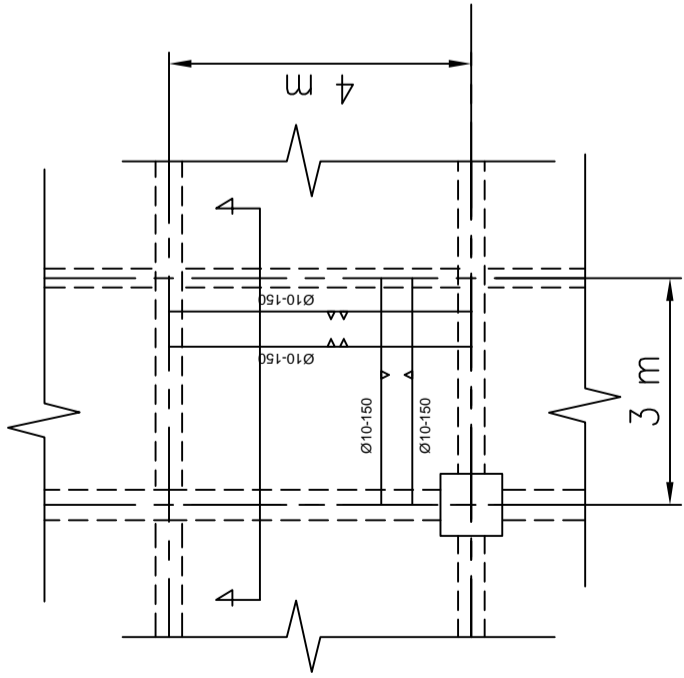
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

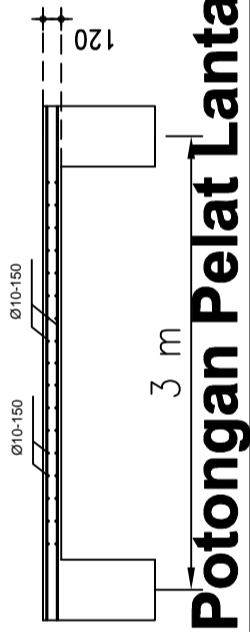
20

57



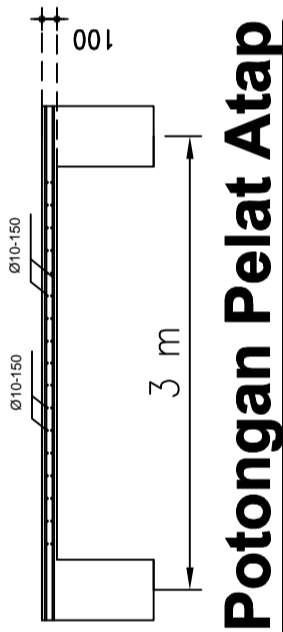
**Detail Pelat SL3**

SKALA 1:100



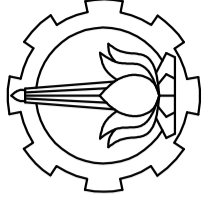
**Potongan Pelat Lantai**

SKALA 1:50



**Potongan Pelat Atap**

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

## TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

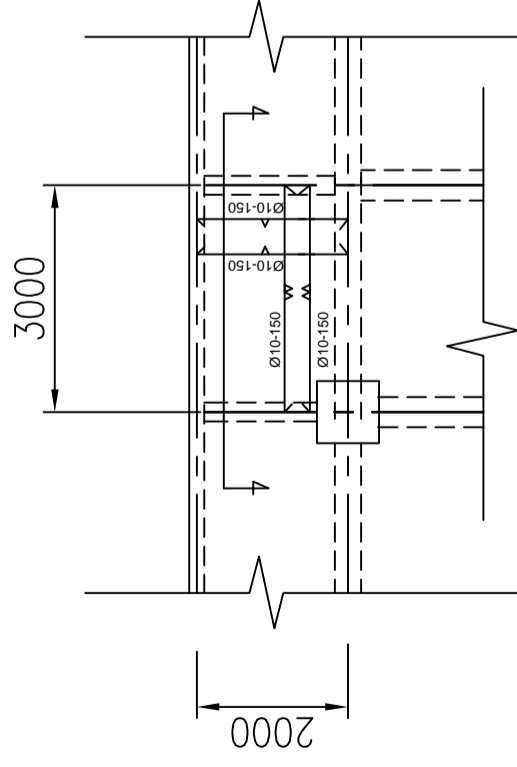
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

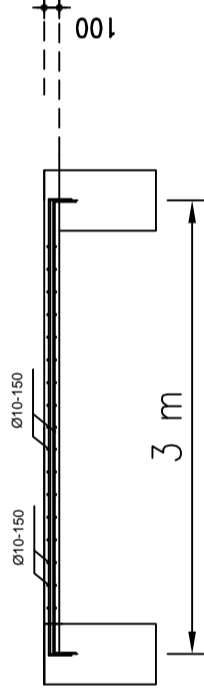
21

57



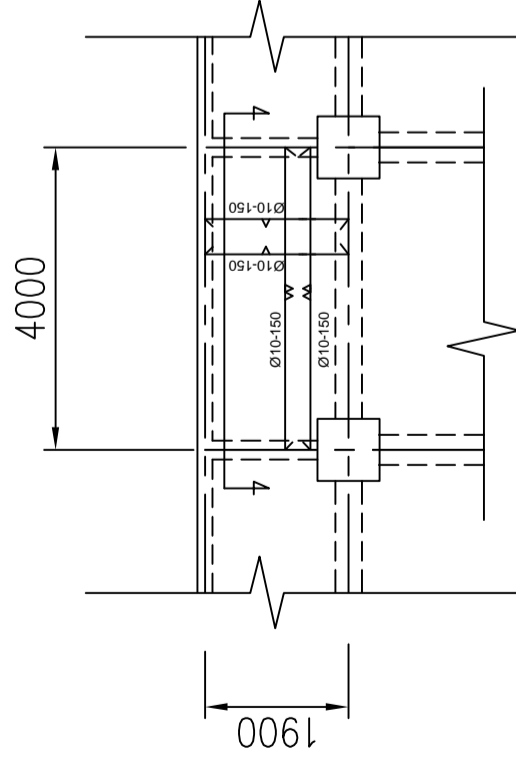
### Detail Pelat SL4

SKALA 1:100



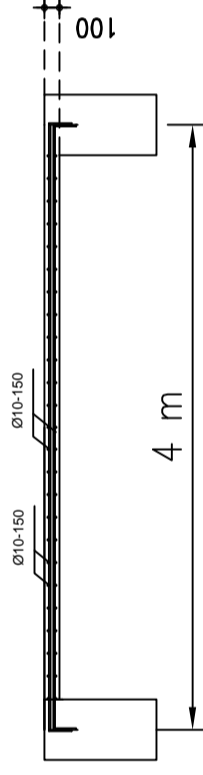
### Potongan Pelat SL4

SKALA 1:50



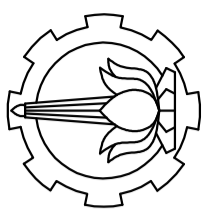
### Detail Pelat SL5

SKALA 1:100



### Potongan Pelat SL5

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Tangga 1

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

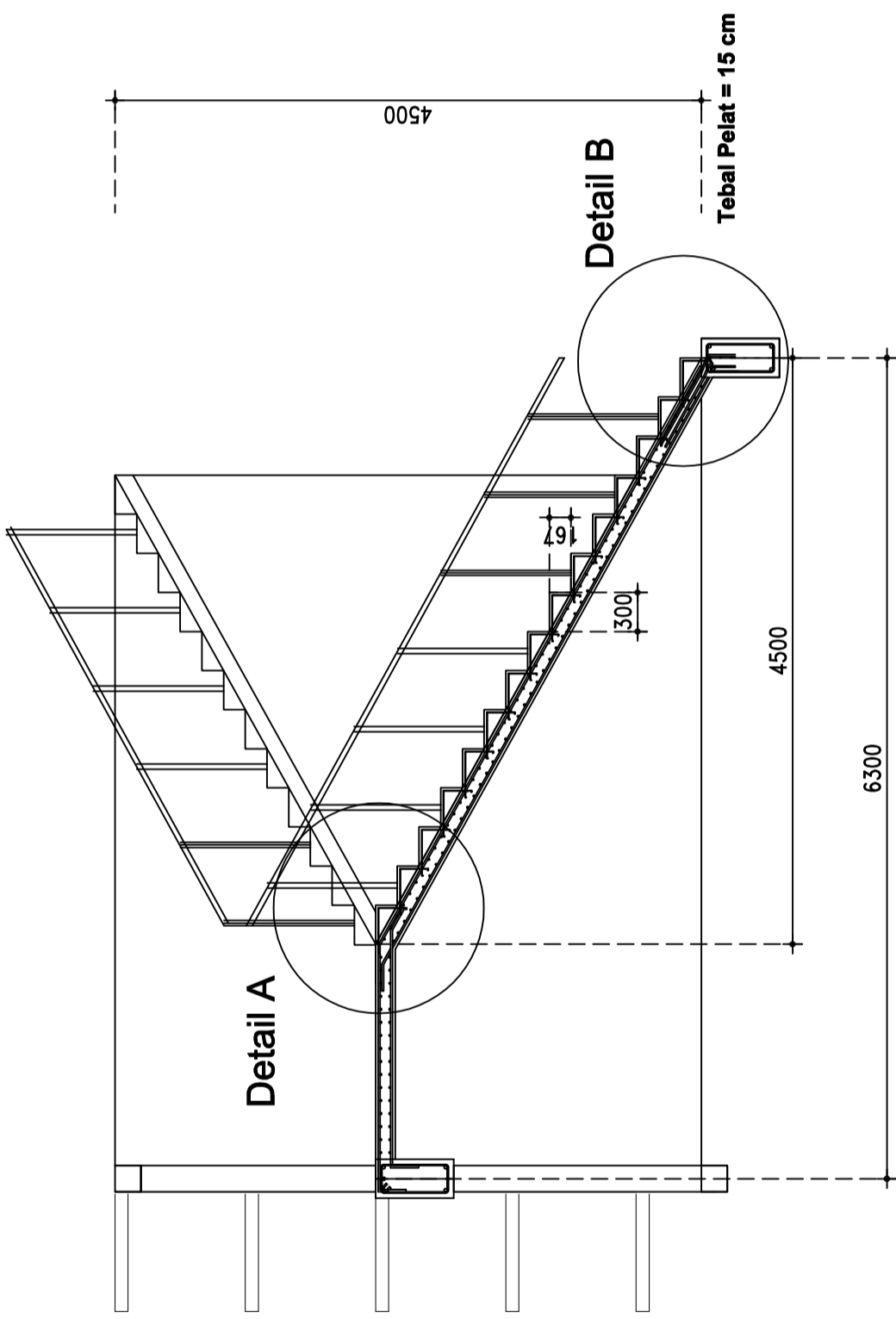
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

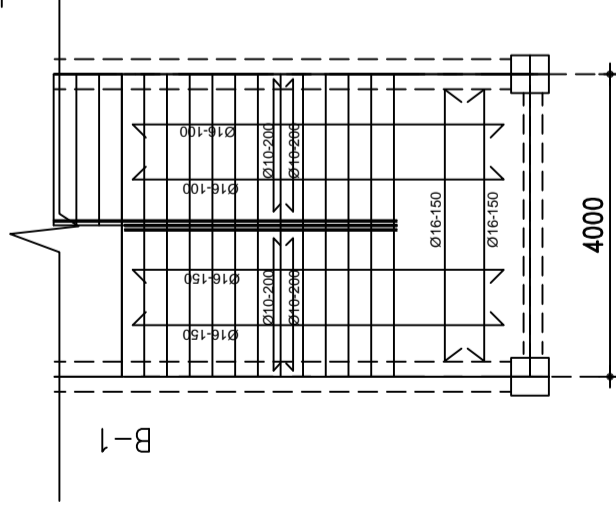
22

57



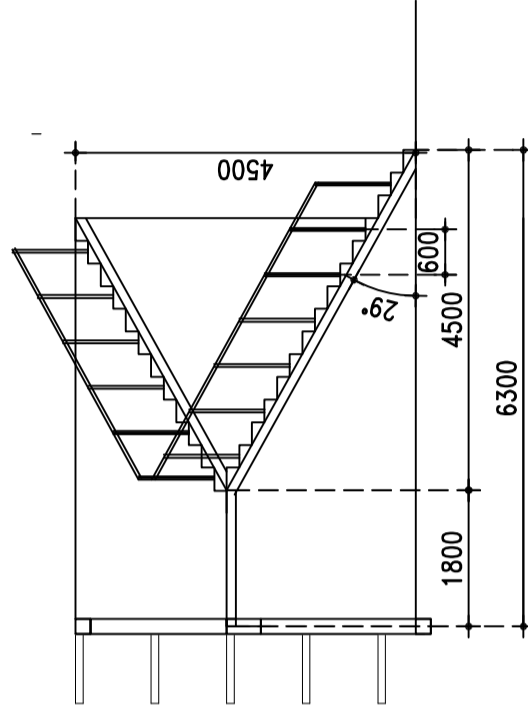
### Detail Pelat Lantai dan Atap

SKALA 1:50



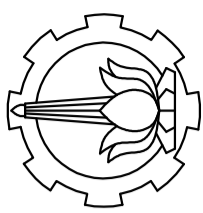
### Penulangan Tangga 1

SKALA 1:100



### Tangga 1

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Tangga 1

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

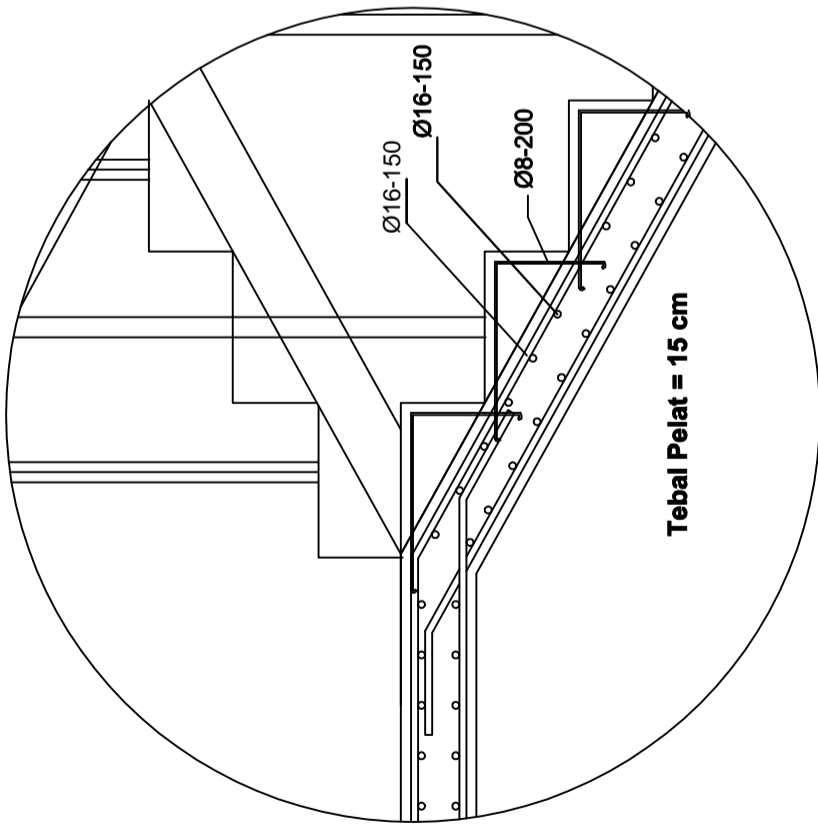
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

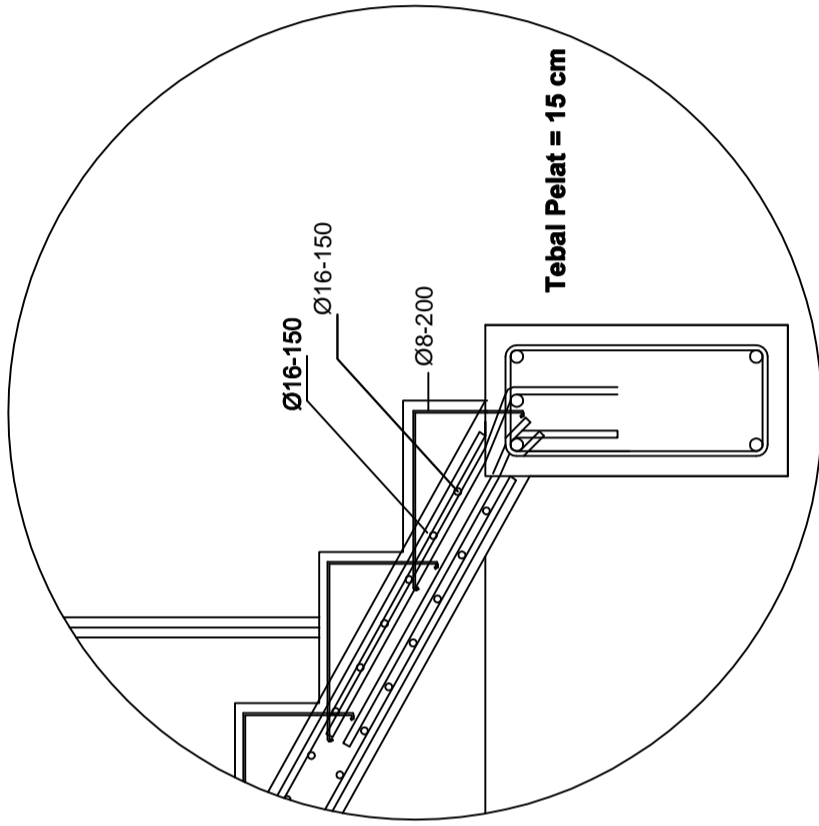
23

57



**Detail A**

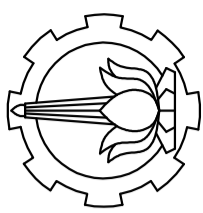
SKALA 1:15



**Detail B**

SKALA 1:15





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Tangga 2

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

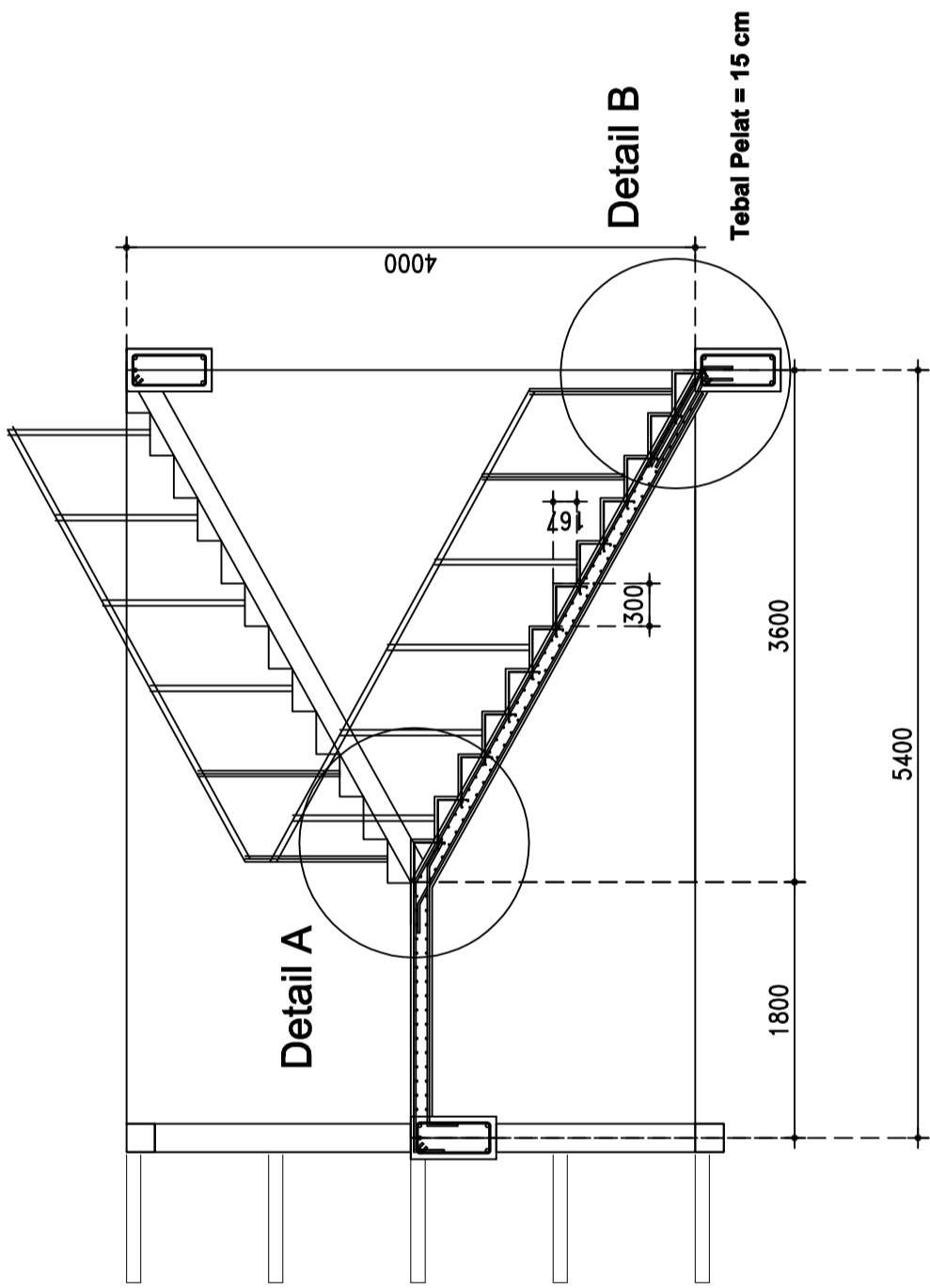
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

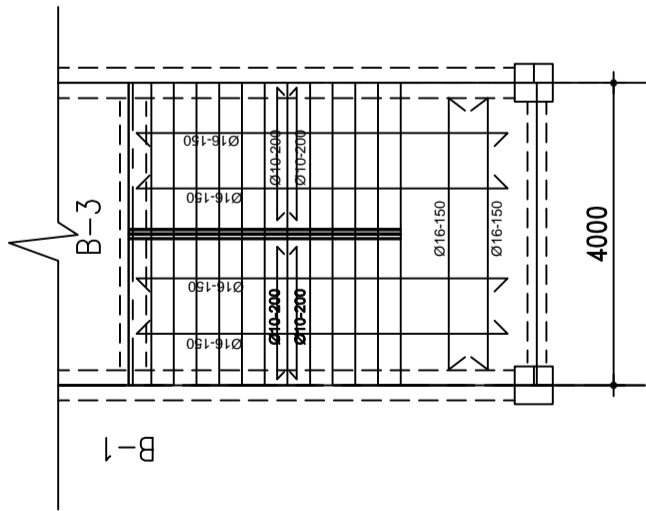
24

57



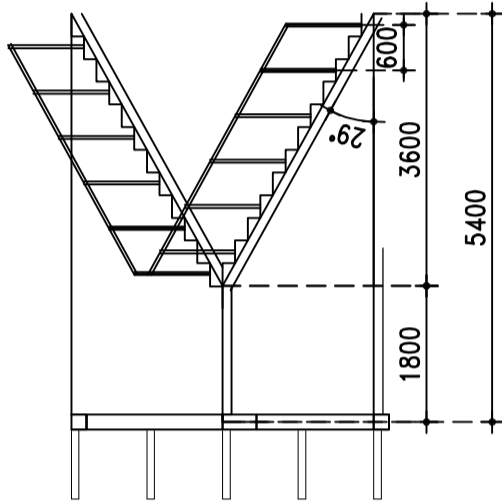
**Detail Tangga 2**

SKALA 1:50



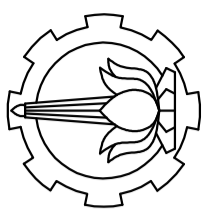
**Penulangan Tangga 2**

SKALA 1:100



**Tangga 2**

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

**Tangga 2**

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

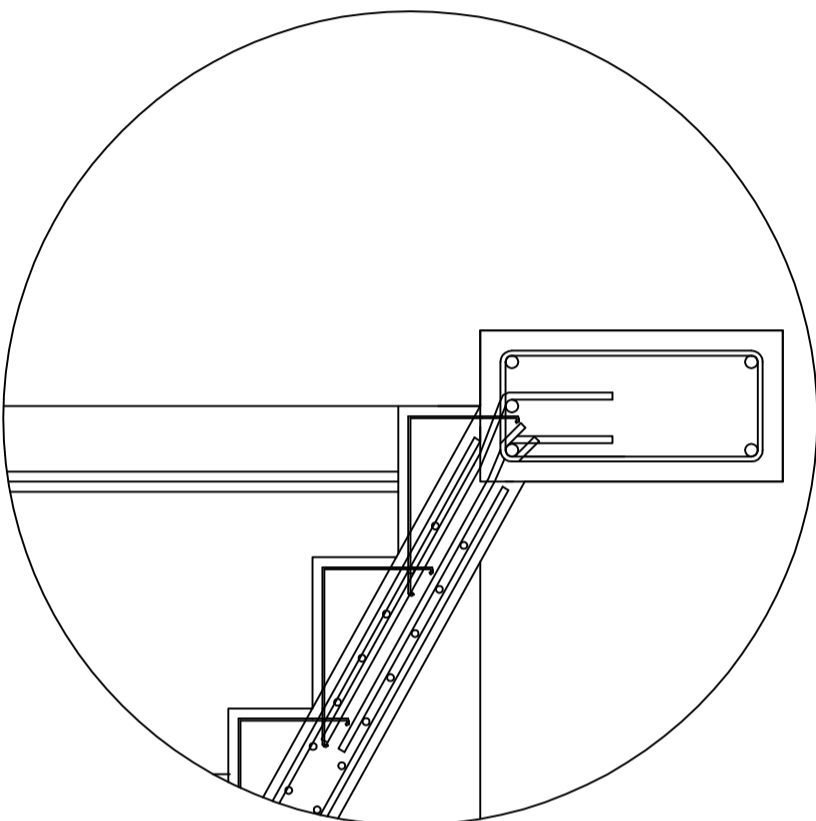
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

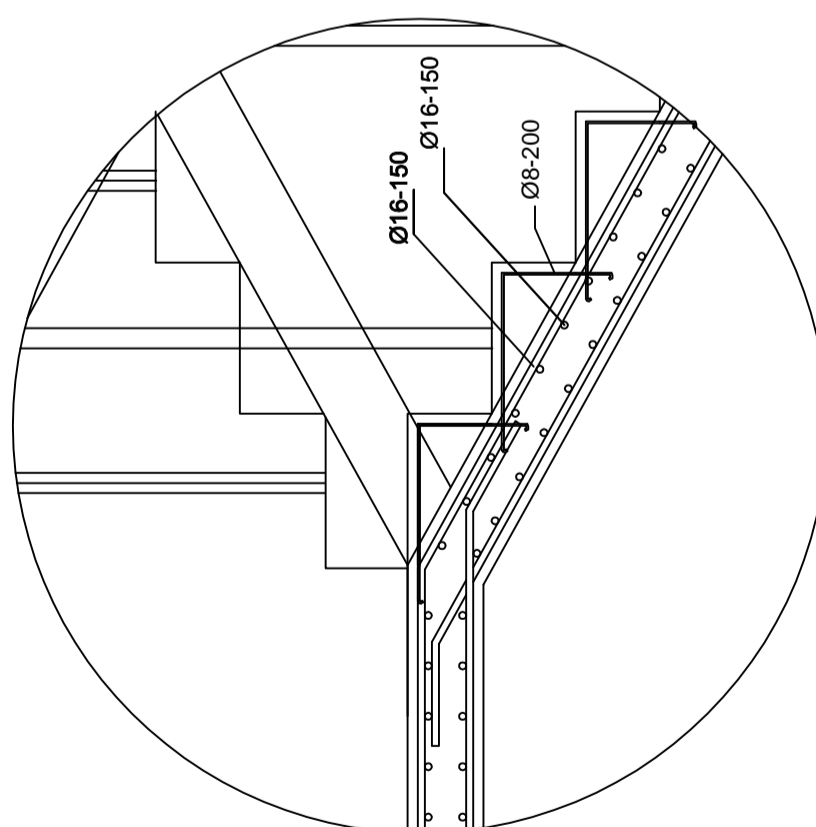
**25**

**57**



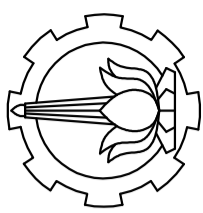
**Detail B**

SKALA 1:15



**Detail A**

SKALA 1:15



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS VOKASI  
 DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
 Universitas Islam Malang  
 Menggunakan Sistem Ganda  
 dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
 Pondasi

JUDUL GAMBAR

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
 MEngSc.,PhD

MAHASISWA

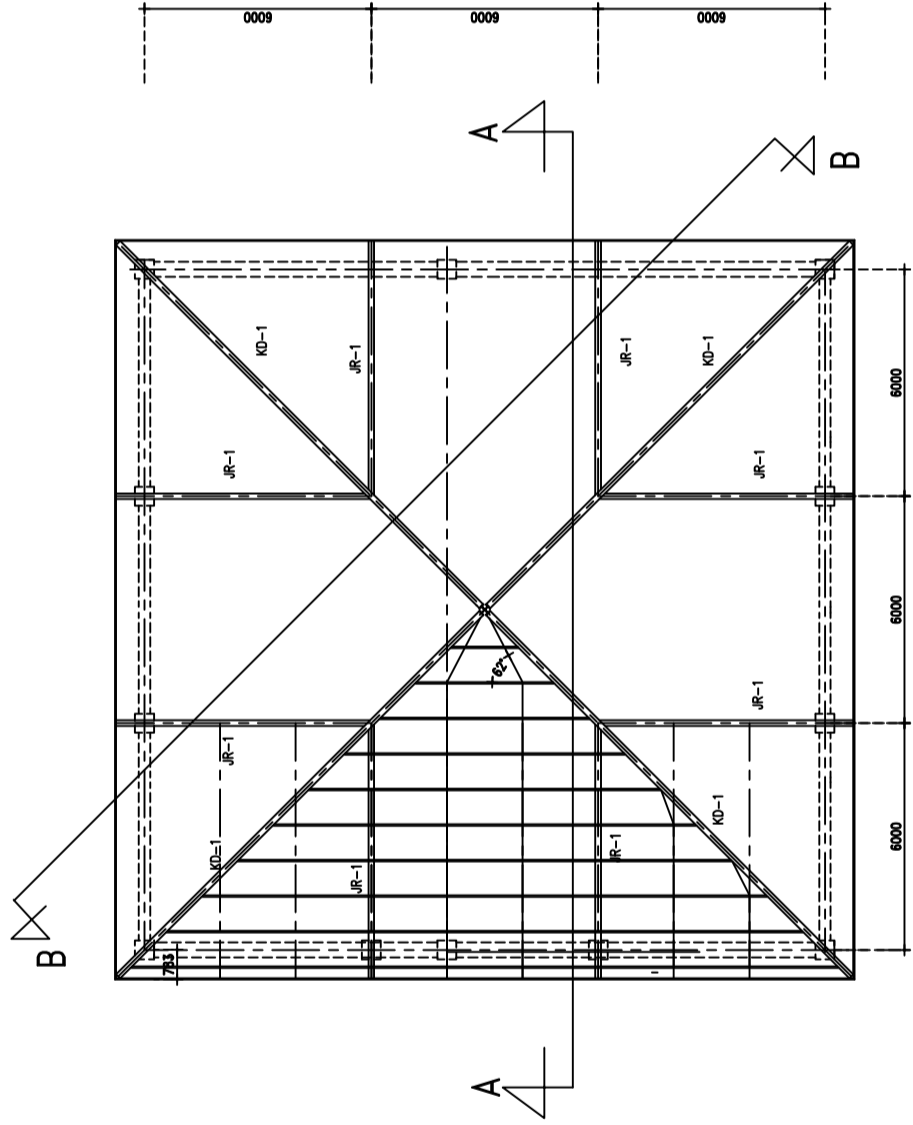
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

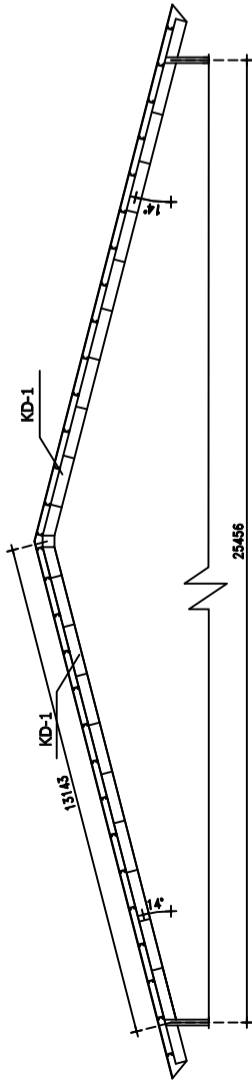
26

57



### Detail Kuda-Kuda Atap

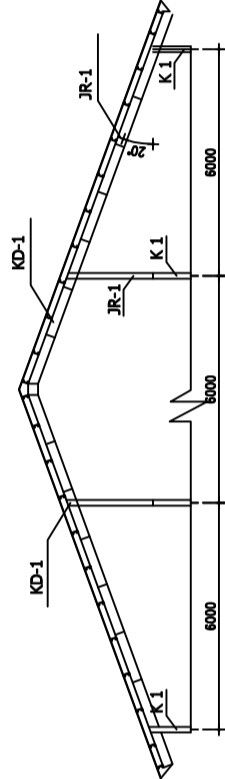
SKALA 1 : 200



### Potongan B-B

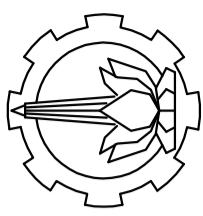
SKALA 1 : 200

Nd.	Kode	Profil
1.	KD-1	WF-250x125x9x6
2.	JR-1	WF-250x125x9x6
3.	K 1	WF-250x125x9x6
4.	Gording	LLC-150x50x20x3,2 (Jarak S = 1,0 m)



### Potongan A-A

SKALA 1 : 200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Sambungan  
Struktur Atap

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

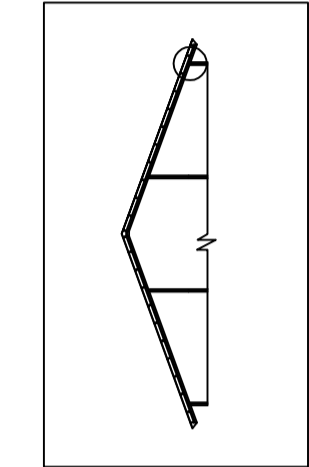
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

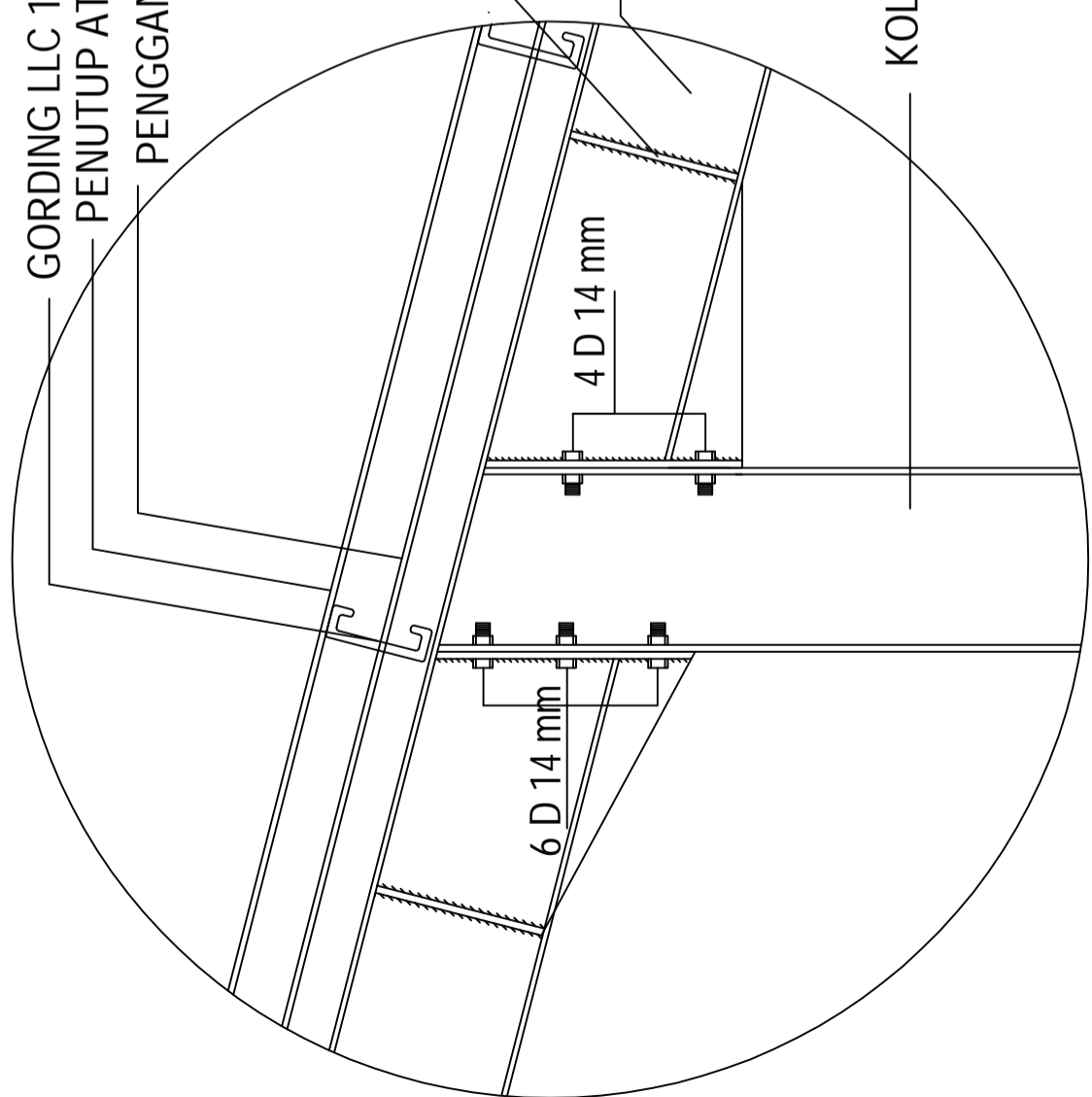
Jumlah Lembar

27

57

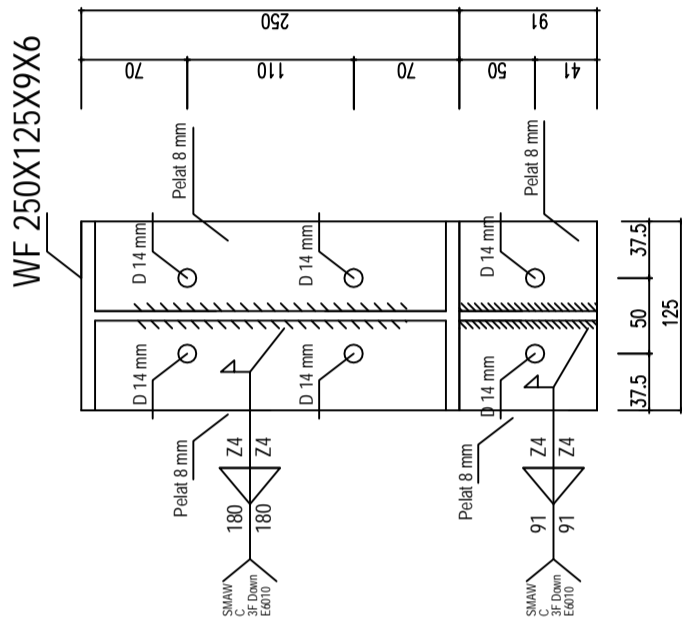


GORDING LLC 150X50X20X3,2  
PENUTUP ATAP SENG GELOMBANG 3 mm  
PENGANTUNG GORDING  
GORDING Ø 10 mm



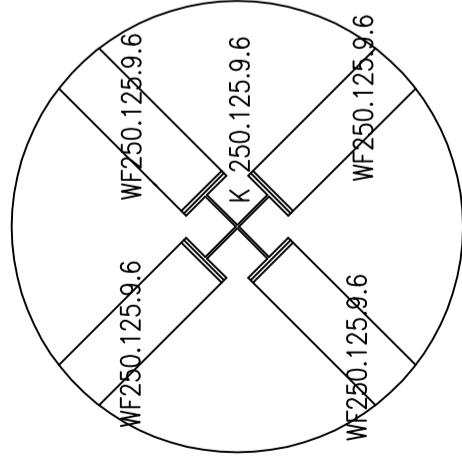
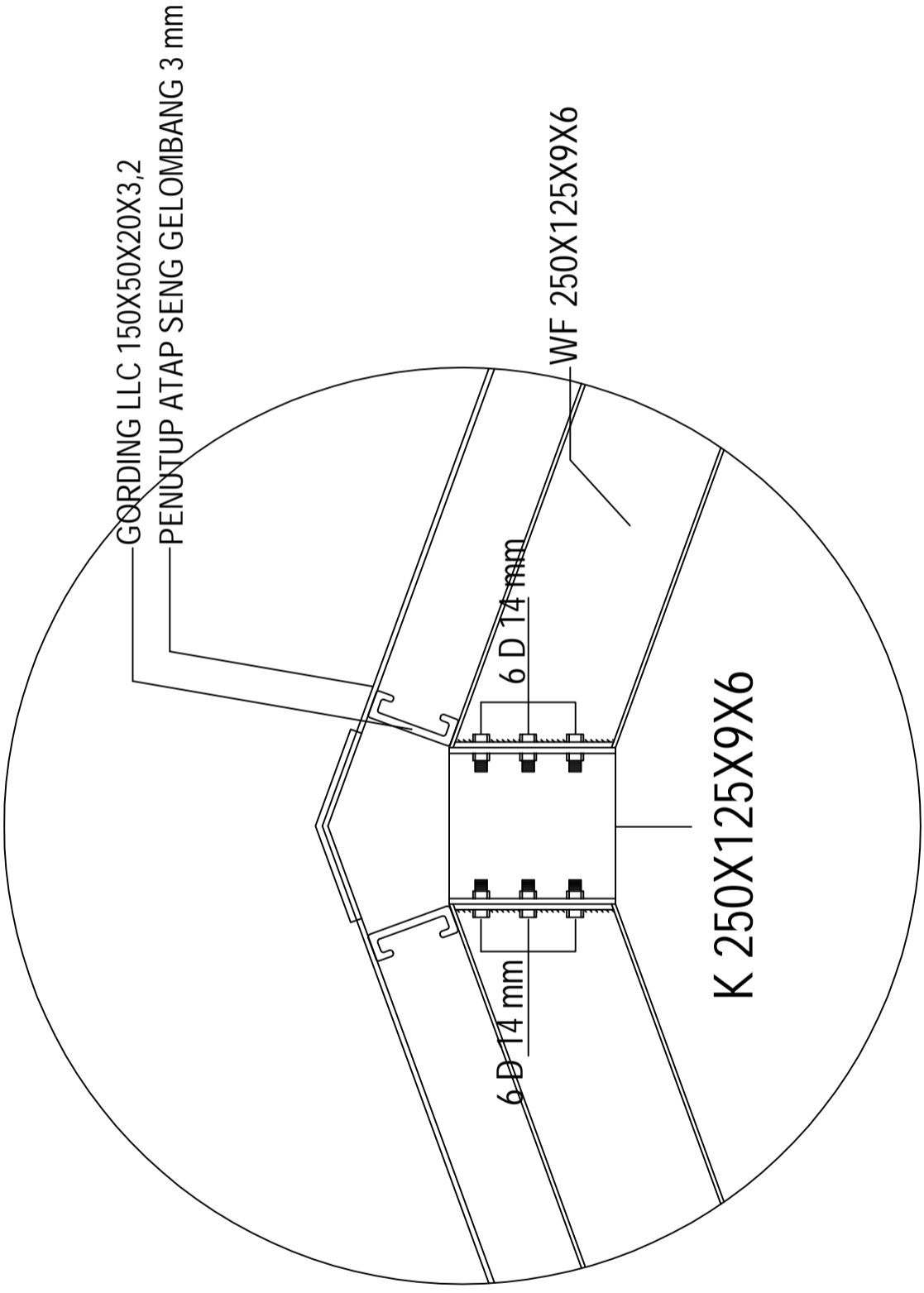
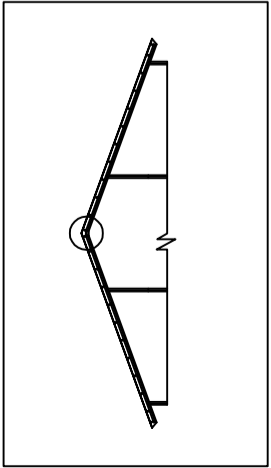
### Detail Sambungan S1

SKALA 1:10



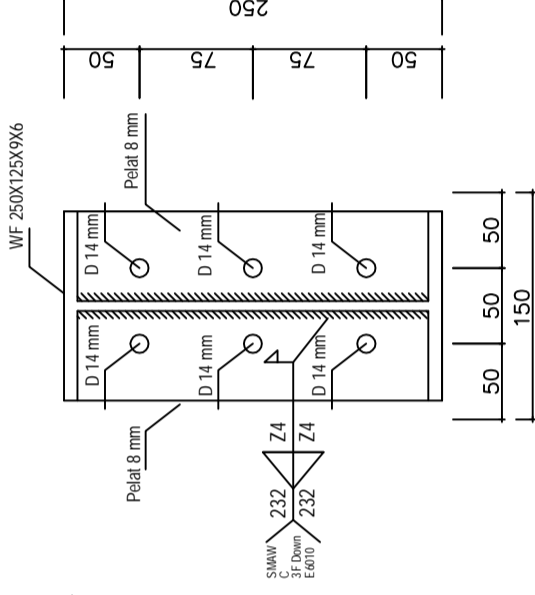
### Detail Sambungan S1

SKALA 1:5



### Detail Sambungan S2

SKALA 1:10

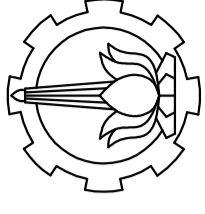


### Detail Sambungan S2

SKALA 1:20

### Detail Sambungan S2

SKALA 1:5



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Sambungan  
Struktur Atap

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc., PhD

MAHASISWA

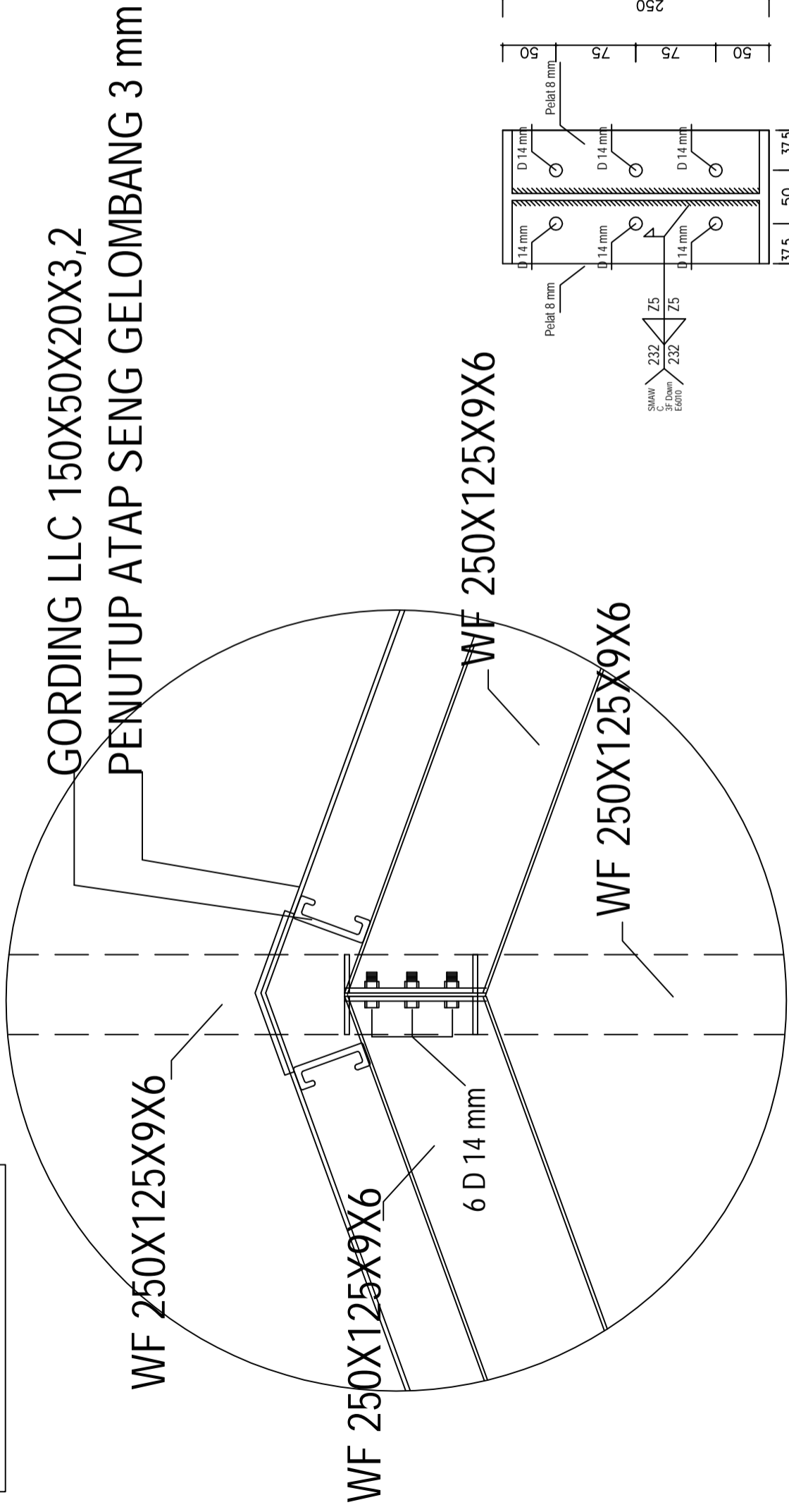
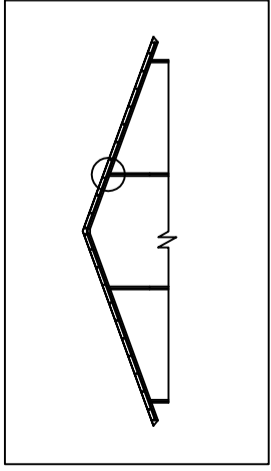
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

28

57

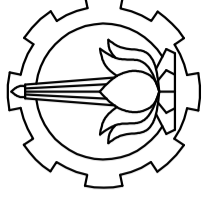


### Detail Sambungan S3

SKALA 1:10

### Detail Sambungan S3

SKALA 1:5



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Sambungan  
Struktur Atap

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

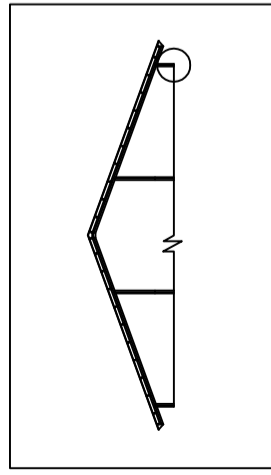
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

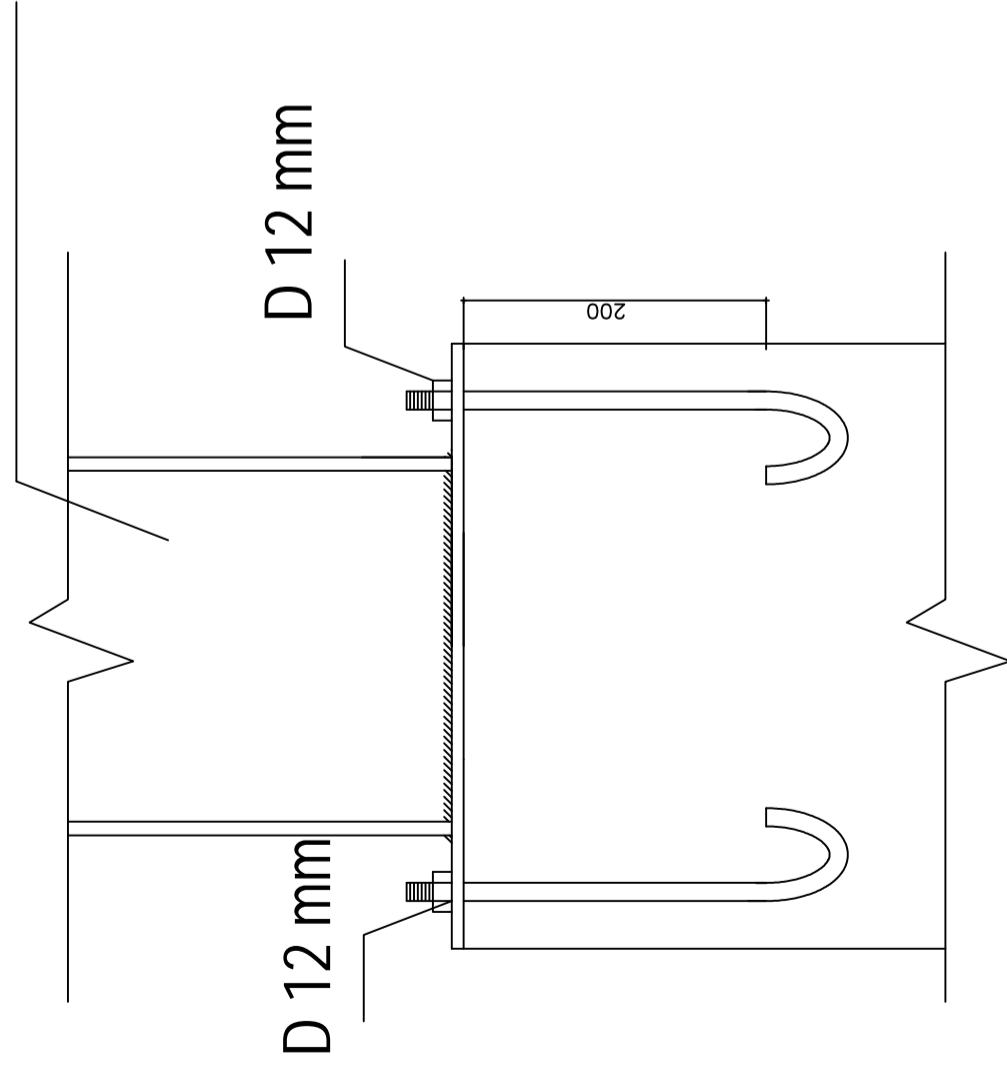
Jumlah Lembar

29

57

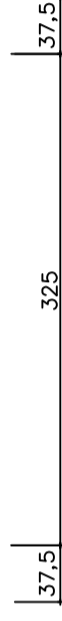
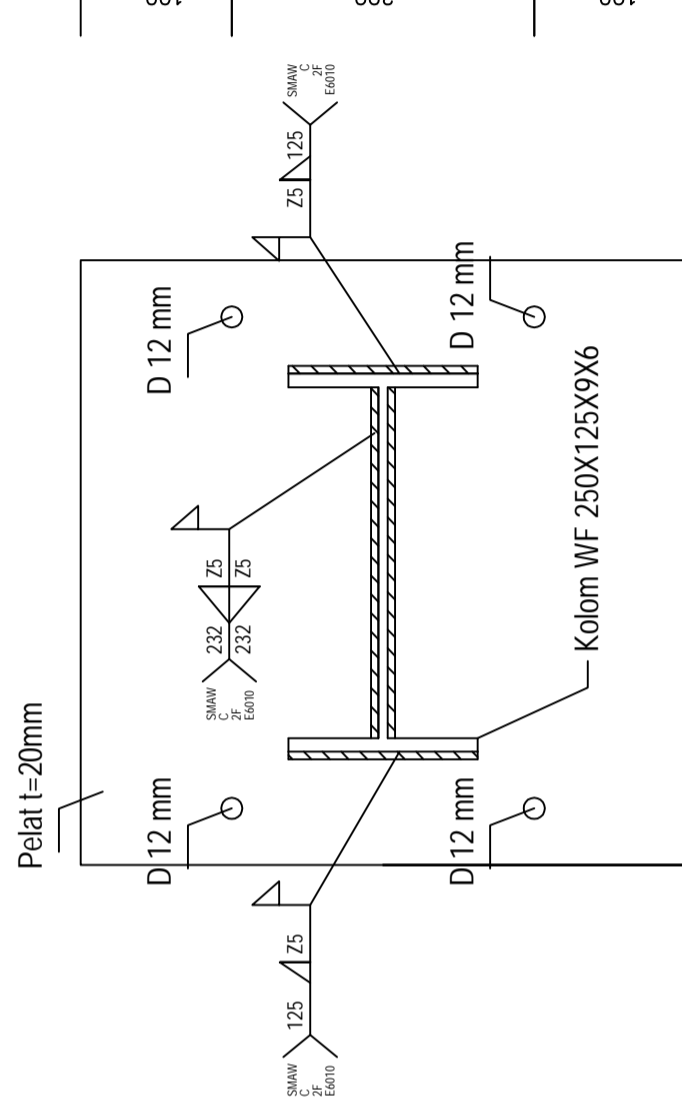


### KOLOM WF 250X125X9X6



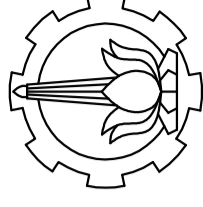
### Detail Sambungan S4

SKALA 1:5



### Detail Sambungan S4

SKALA 1:5



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

**Detail Sambungan  
Struktur Atap**

DOSEN PEMBIMBING

**Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD**

MAHASISWA

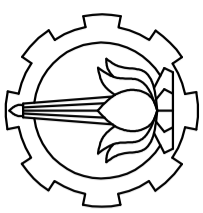
**Dzul Fikri Muhammad**

NO. Lembar

Jumlah Lembar

**30**

**57**



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

### TUGAS AKHIR TERAPAN

### JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

### JUDUL GAMBAR

## Denah Balok dan Kolom

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

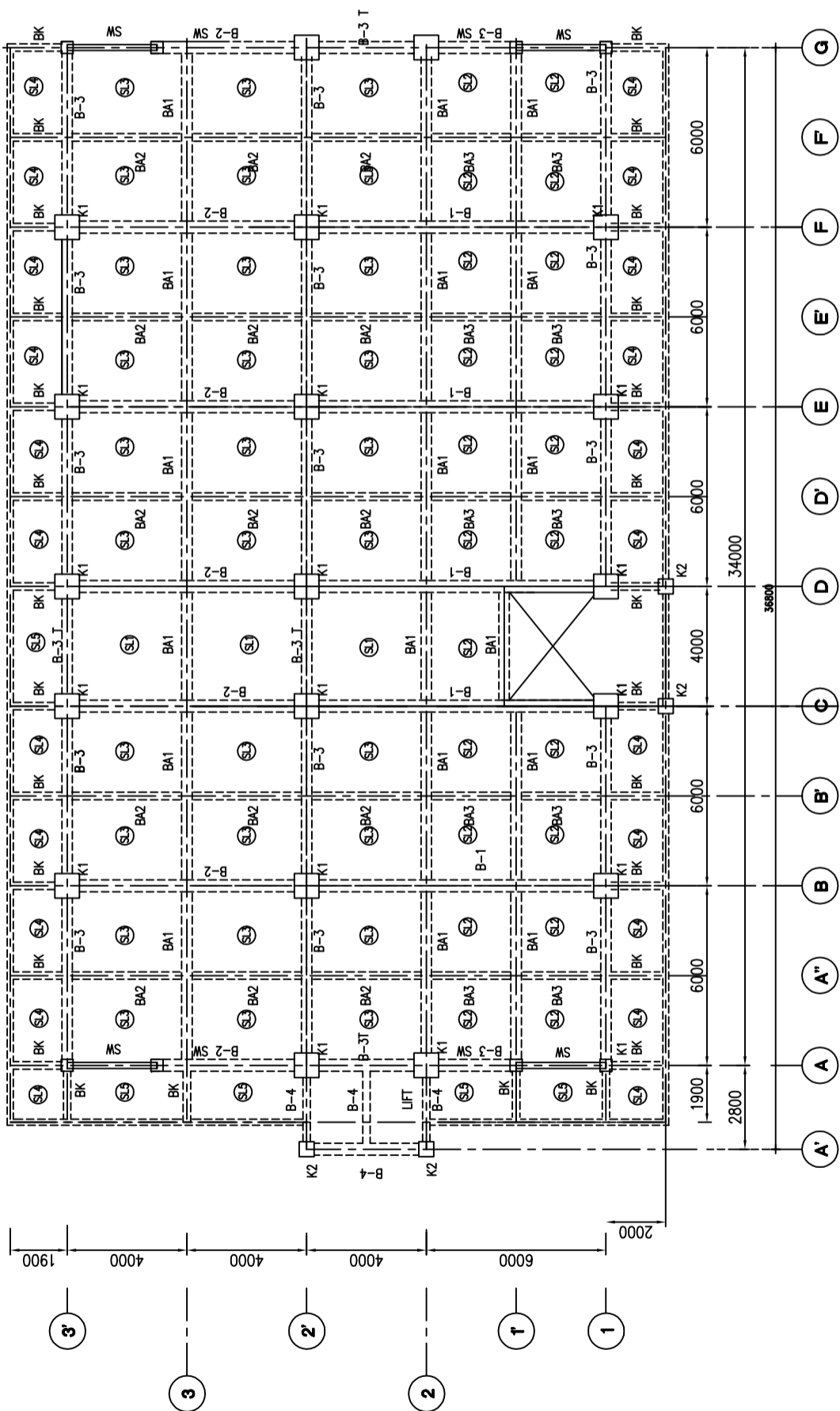
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

31

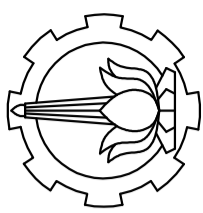
57



## Denah Balok dan Kolom Lt. 2-8

SKALA 1:200





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Denah Balok dan Kolom

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

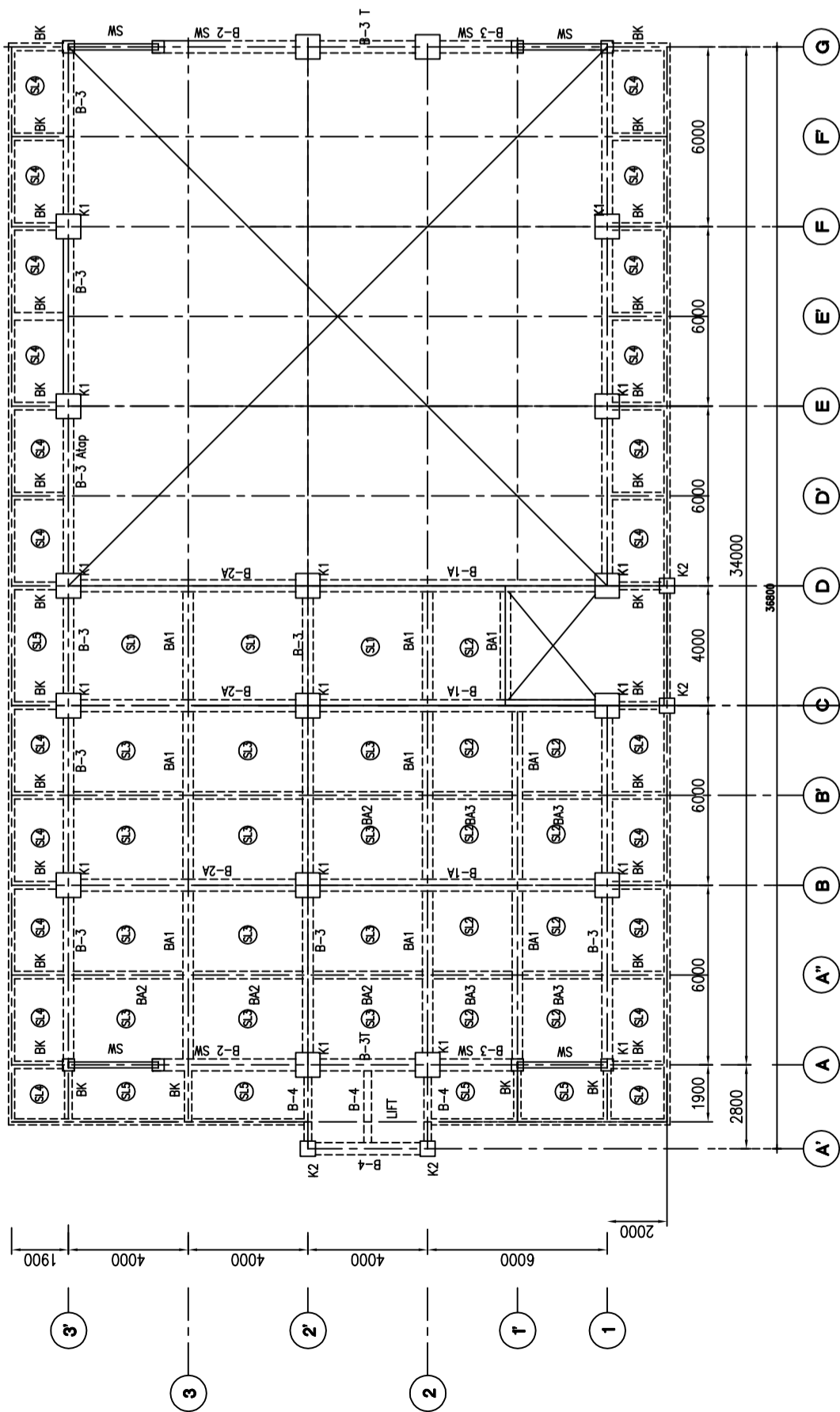
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

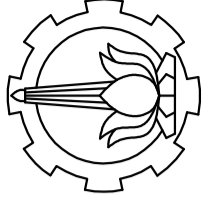
32

57



# Denah Balok dan Kolom Atap

SKALA 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Balok

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

**33**

**57**

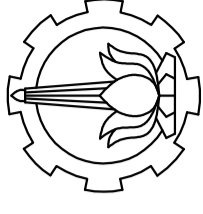
ID-BALOK	B-1		B-2		B-3		B-4		B-K	
	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN
POSISI										
TULATAS	6 D25	2 D25	4 D25	2 D25	3 D25	2 D25	3 D16	2 D16	2 D18	2 D18
TUL.BAWAH	2 D25	3 D25	2 D22	3 D25	2 D25	2 D25	2 D16	3 D16	2 D18	2 D18
SEKANG	3013-120	2 D13-150	2012-100	2012-150	2 D10-100	2 D10-150	2 D10-150	2 D10-150	2 D10-100	2 D10-100
TUL.BADAN	4019	4016	4016	4016	4 D10	4 D10	-	-	-	-

ID-BALOK	B2 SW		B3 SW		B3 T		B1 A		B2 A	
	TUMP.	UJUNG	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN
POSISI										
TULATAS	3 D25	2 D25	5 D20	2 D20	3 D25	2 D25	4 D25	2 D25	3 D25	2 D25
TUL.BAWAH	2 D25	2 D25	3 D20	3 D20	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25	2 D25
SEKANG	2 D12-100	2 D12-150	3 D12-100	2 D12-150	2010-100	2010-150	2 D10-120	2 D10-150	2 D10-150	2 D10-150
TUL.BADAN	4013	4013	4 D16	4 D16	-	-	4 D12	4 D12	4 D12	4 D12

ID-BALOK	B-A1		B-A2		B-A3		B-Bordes		B-Lift	
	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN	TUMP.	LAPANGAN
POSISI										
TULATAS	3 D16	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16	2 D16	5 D16	2 D16
TUL.BAWAH	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16	2 D16	3 D16	2 D16	5 D16
SEKANG	2010-150	2010-150	2010-150	2010-150	2010-150	2010-150	2010-150	2010-150	2010-150	2010-150

**Detail Balok**

SKALA 1:40



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS VOKASI  
 DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 BANGUNAN GEDUNG

**TUGAS AKHIR TERAPAN**

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
 Universitas Islam Malang  
 Menggunakan Sistem Ganda  
 dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
 Pondasi

JUDUL GAMBAR

**Detail Kolom dan Sloof**

DOSEN PEMBIMBING

**Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
 MEngSc.,PhD**

MAHASISWA

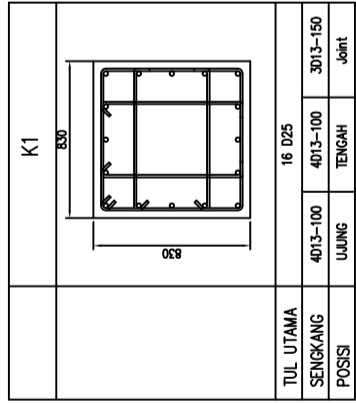
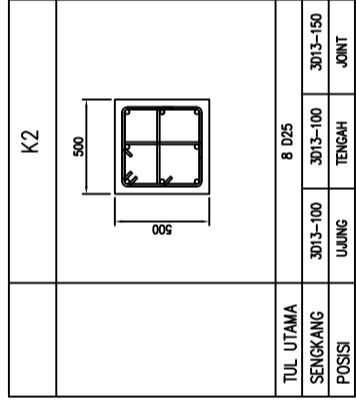
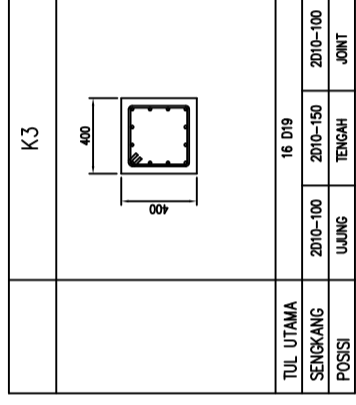
**Dzul Fikri Muhammad**

NO. Lembar

Jumlah Lembar

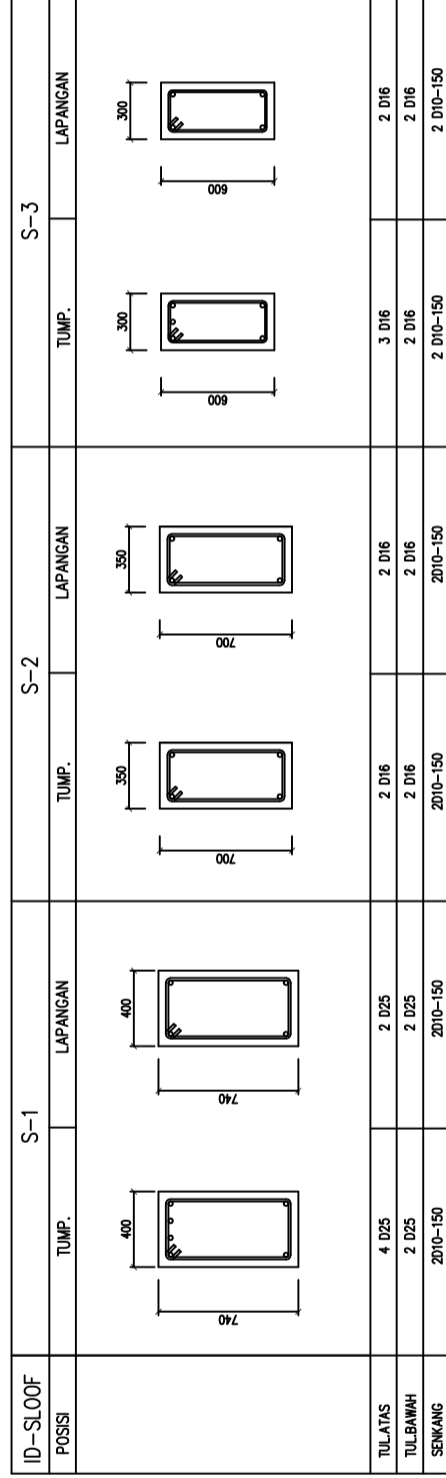
**34**

**57**



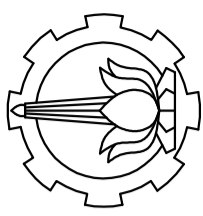
**Detail Kolom**

SKALA 1:200



**Detail Sloof**

SKALA 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
 FAKULTAS VOKASI  
 DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
 BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
 Universitas Islam Malang  
 Menggunakan Sistem Ganda  
 dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
 Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Balok

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
 MEngSc.,PhD

MAHASISWA

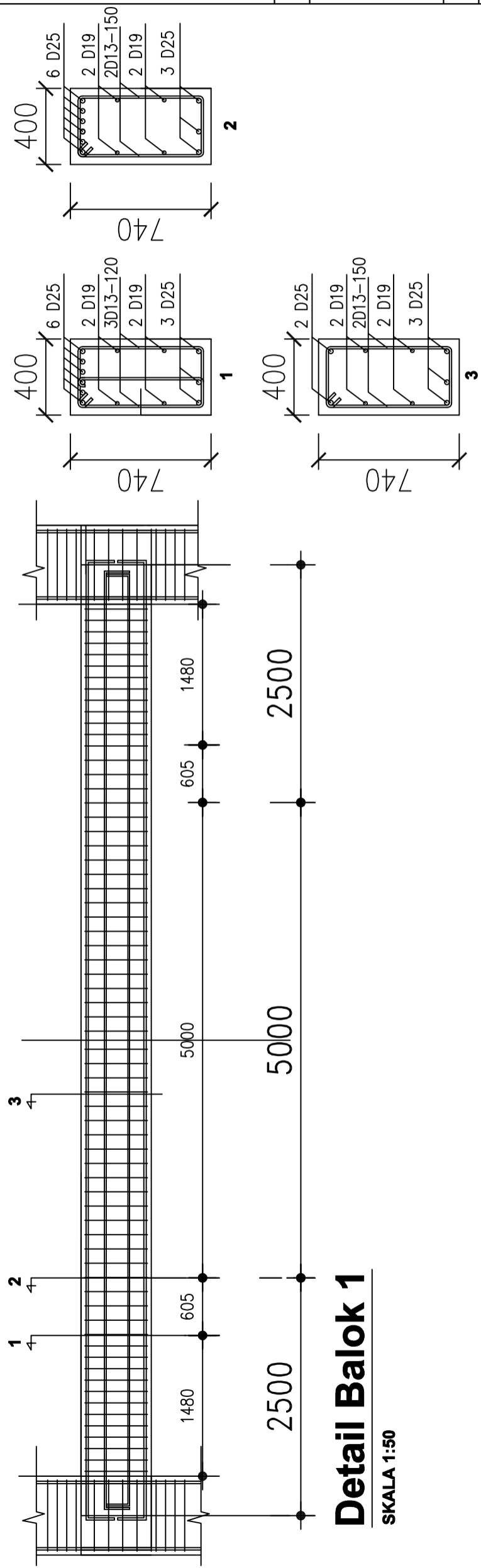
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

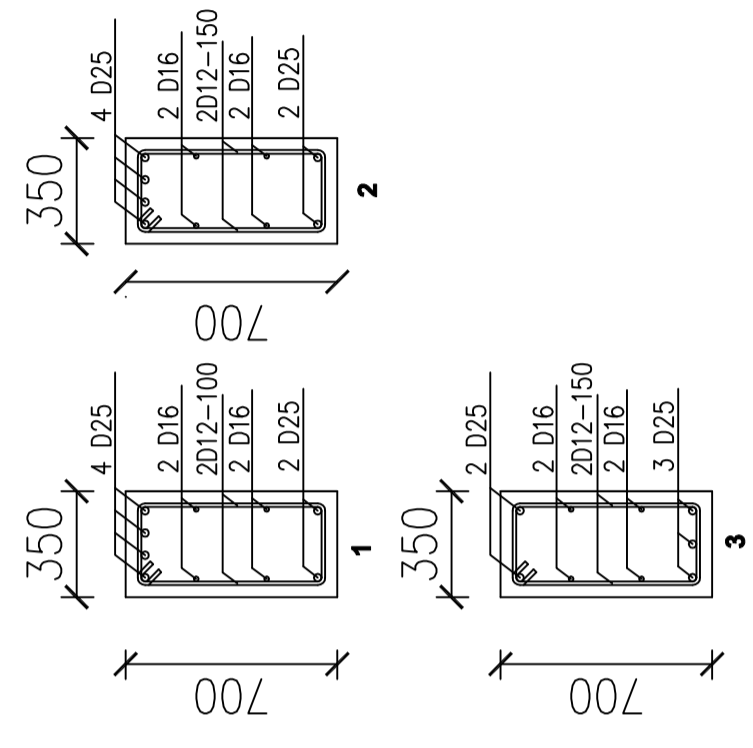
35

57



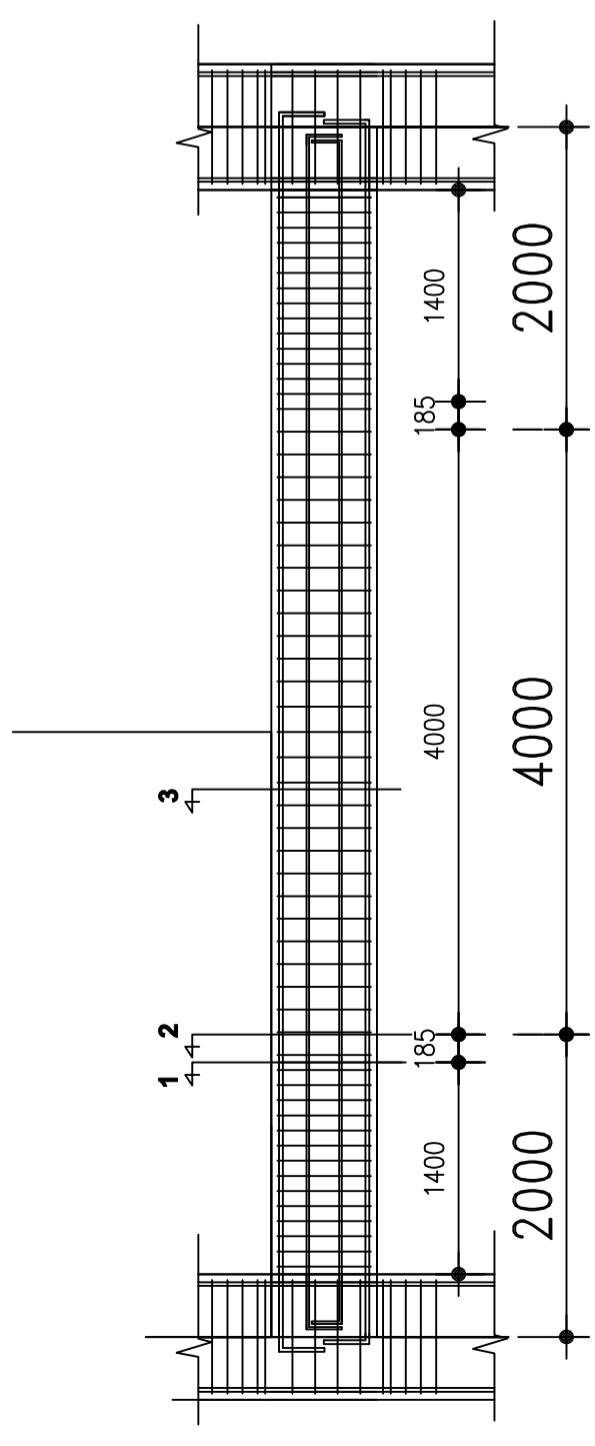
**Detail Balok 1**

SKALA 1:25



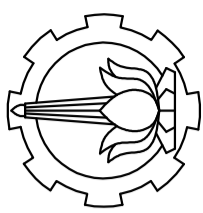
**Detail Balok 2**

SKALA 1:25



**Detail Balok 2**

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Balok

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

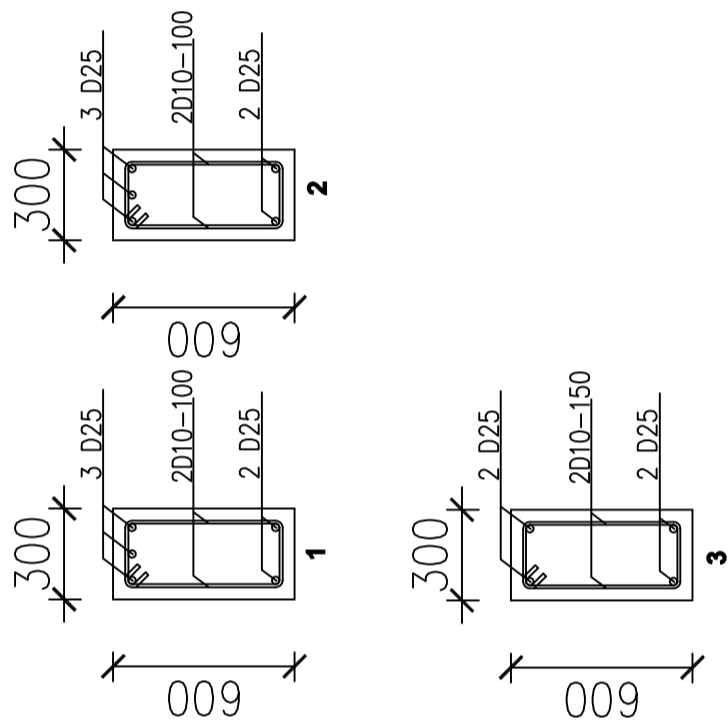
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

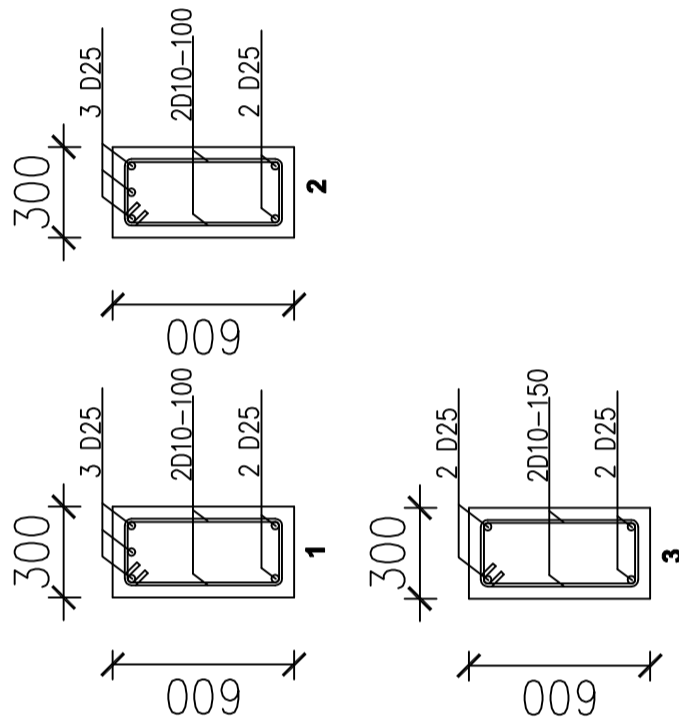
36

57



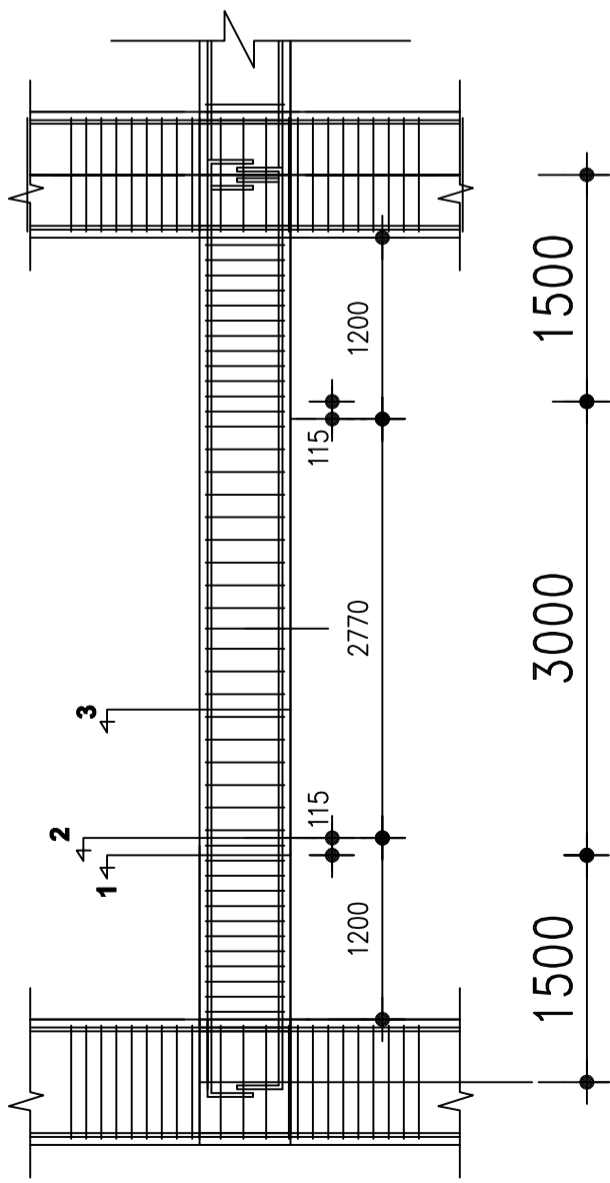
### Detail Balok 3

SKALA 1:25



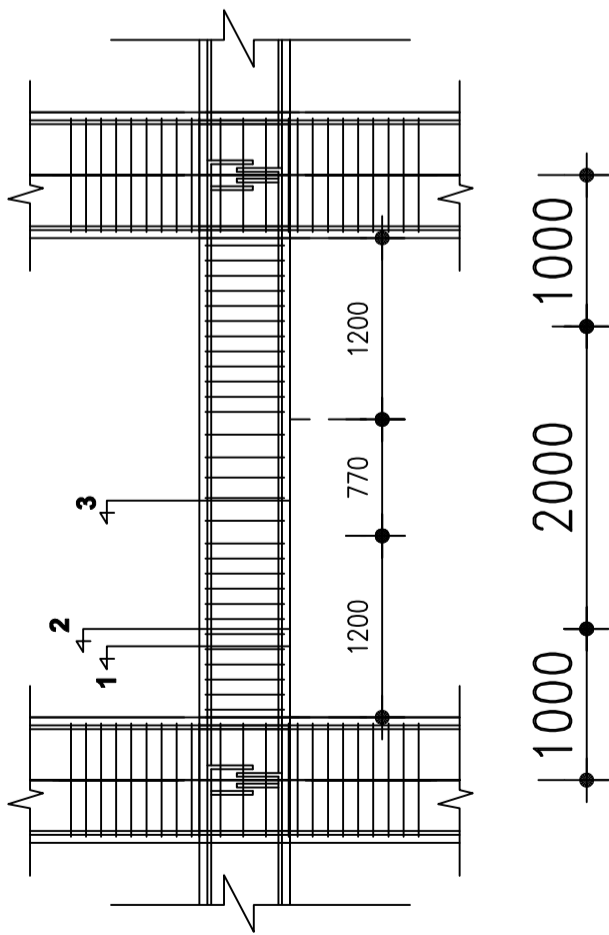
### Detail Balok 3t

SKALA 1:25



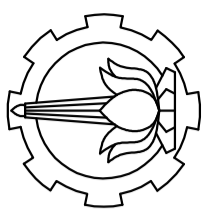
### Detail Balok 3

SKALA 1:50



### Detail Balok 3t

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Balok

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

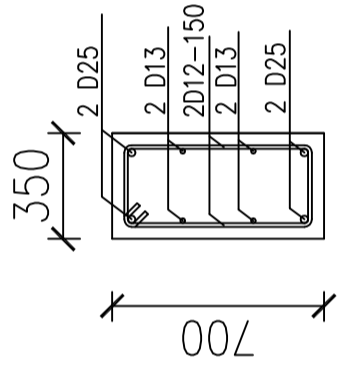
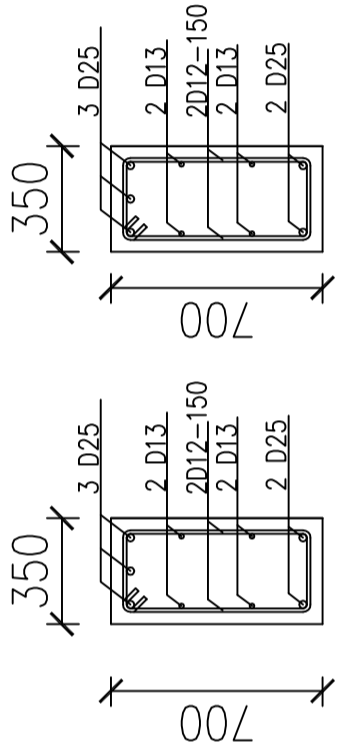
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

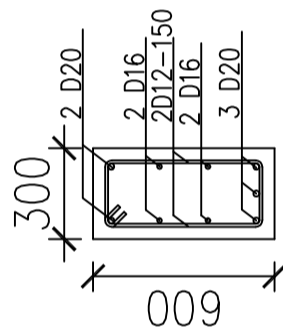
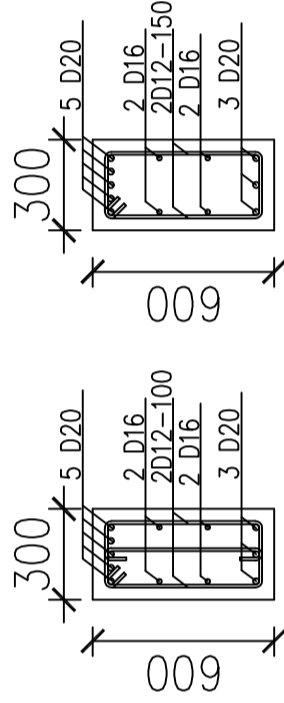
37

57



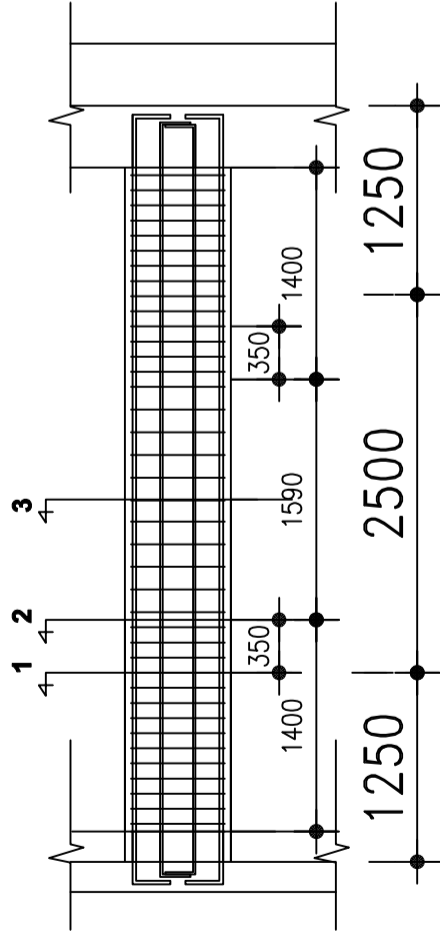
### Detail Balok 2 SW

SKALA 1:50



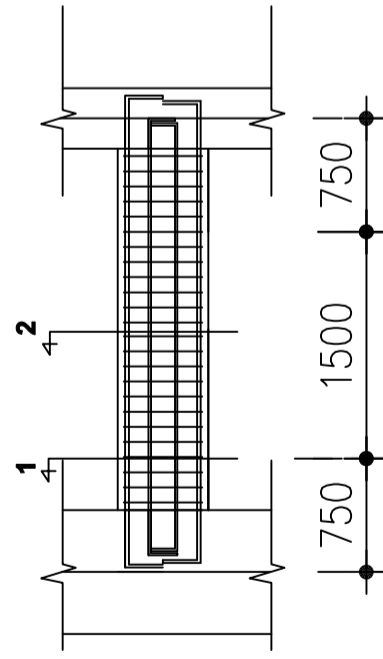
### Detail Balok 3 SW

SKALA 1:50



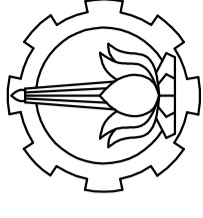
### Detail Balok 2 SW

SKALA 1:50



### Detail Balok 3 SW

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Balok

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

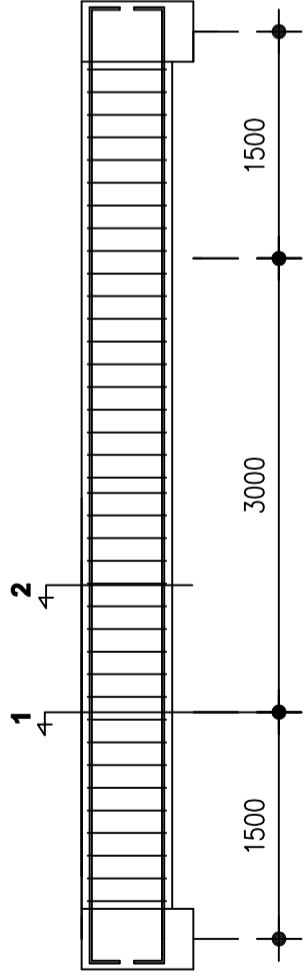
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

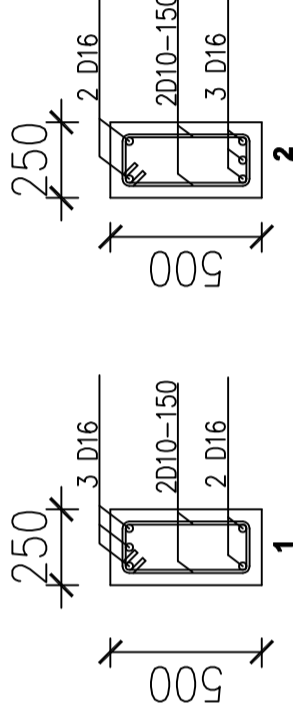
38

57



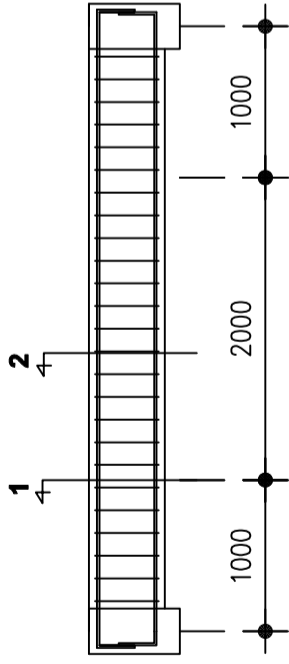
### Detail Balok A1

SKALA 1:50



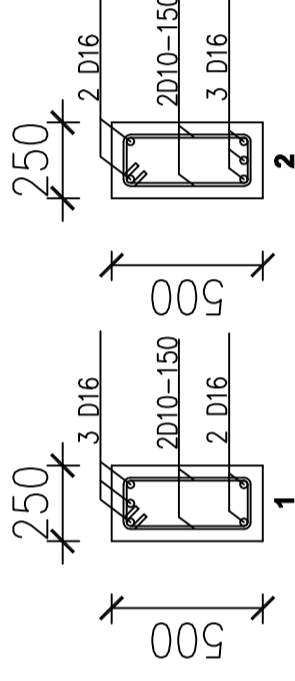
### Detail Balok A1

SKALA 1:50



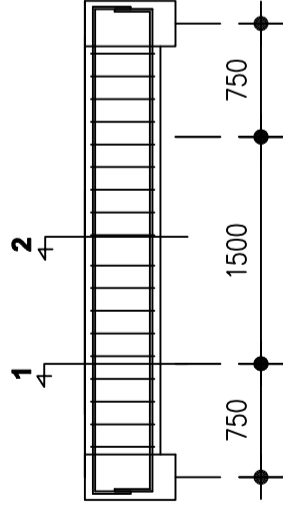
### Detail Balok A2

SKALA 1:50



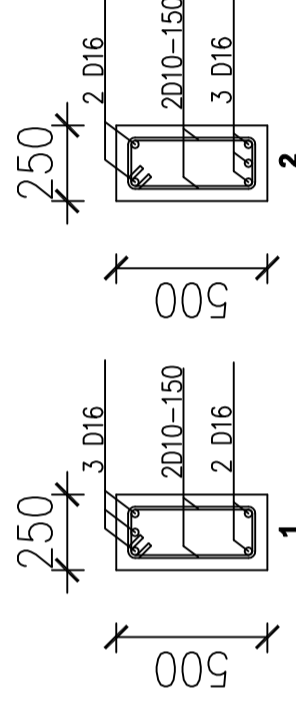
### Detail Balok A2

SKALA 1:50



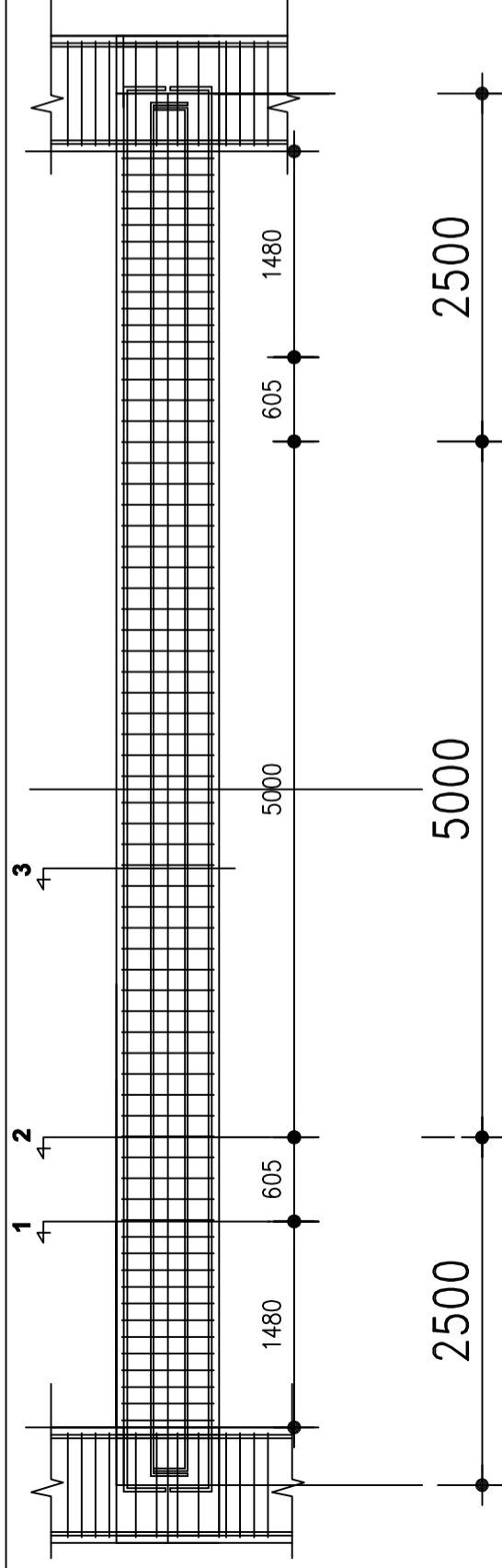
### Detail Balok A3

SKALA 1:50



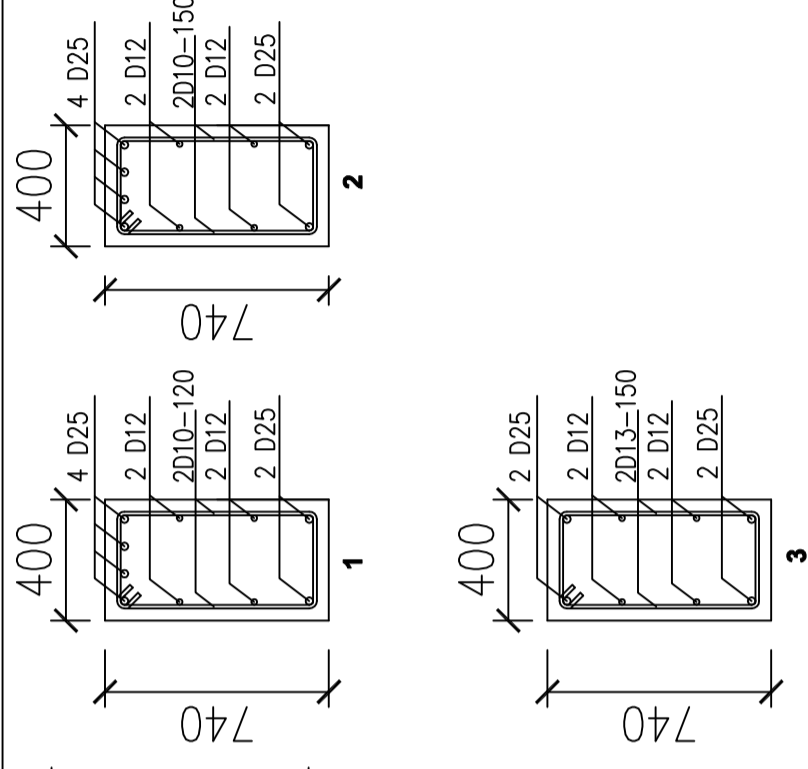
### Detail Balok A3

SKALA 1:50



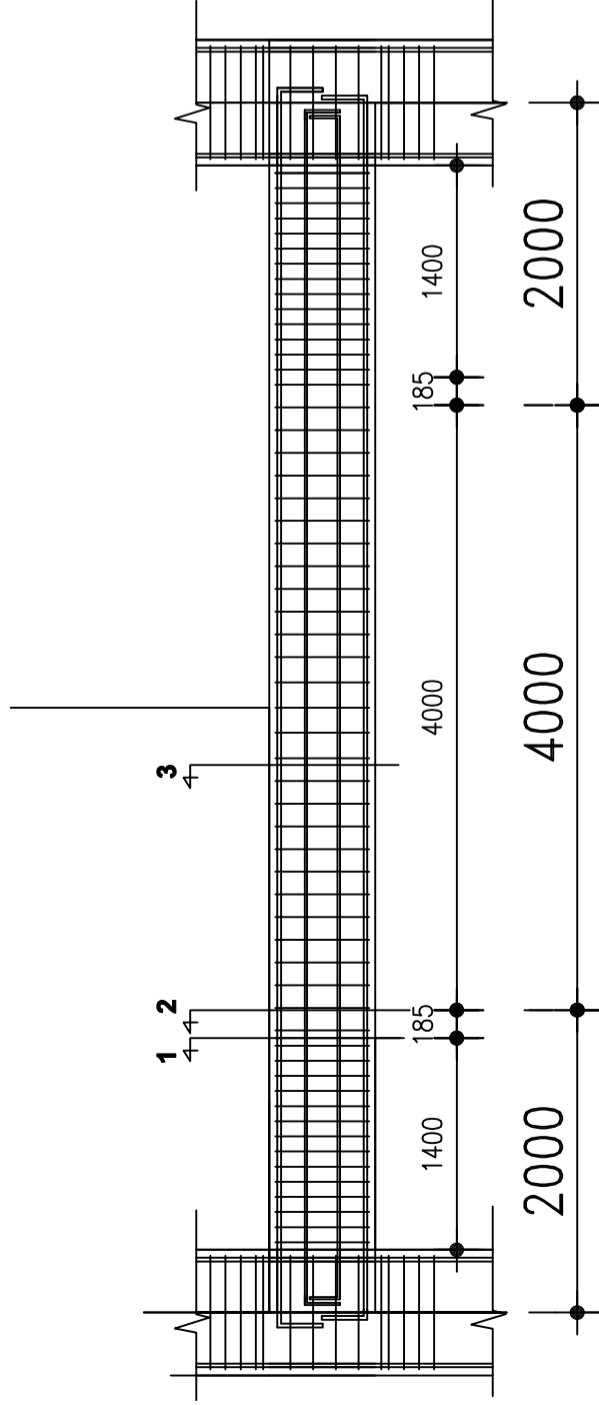
**Detail Balok 1A**

SKALA 1:50



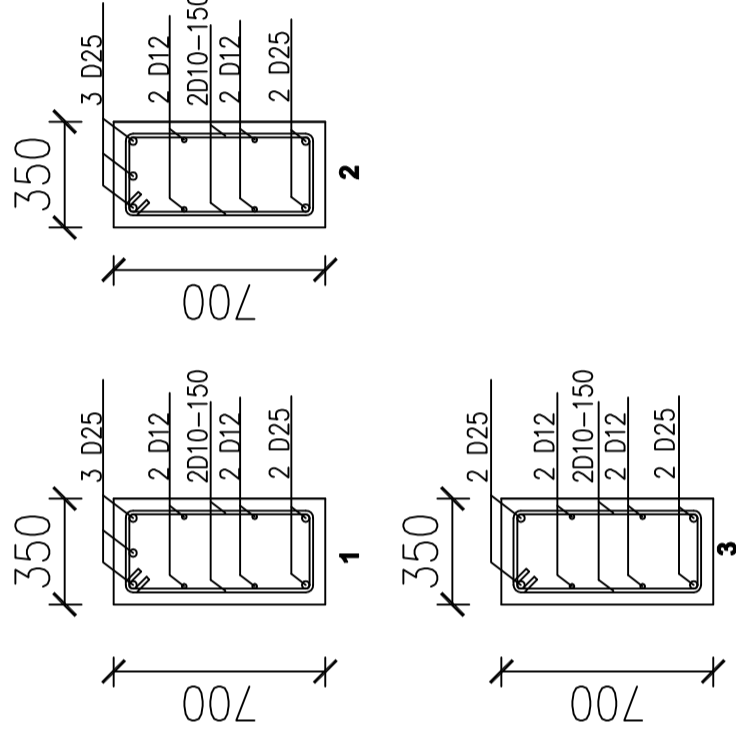
**Detail Balok 1A**

SKALA 1:25



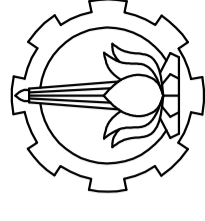
**Detail Balok 2A**

SKALA 1:50



**Detail Balok 2A**

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

**Detail Balok**

DOSEN PEMBIMBING

**Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,**  
**MEngSc.,PhD**

MAHASISWA

**Dzul Fikri Muhammad**

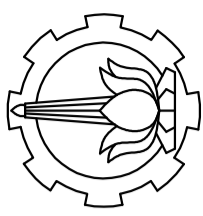
NO. Lembar

Jumlah Lembar

**39**

**57**





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Sloof

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

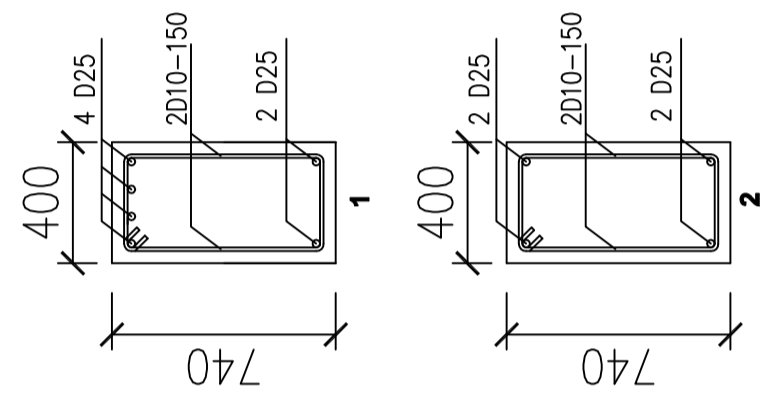
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

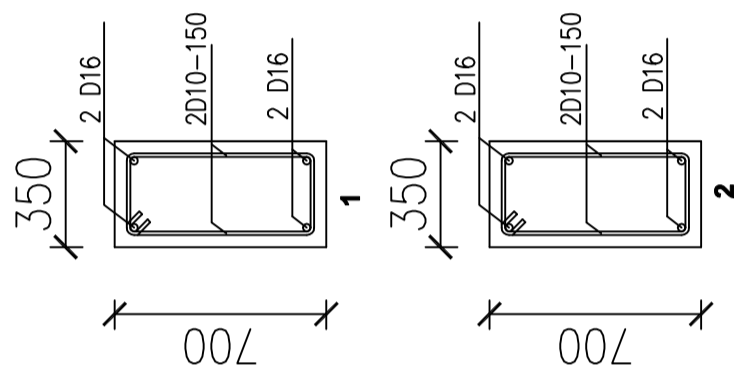
40

57



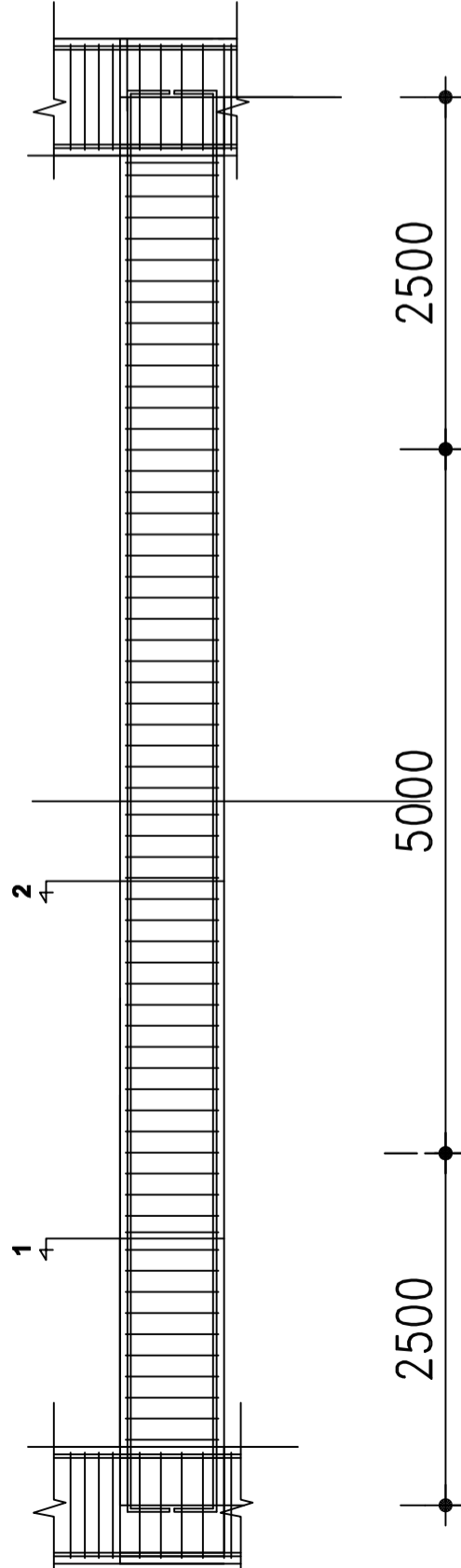
**Detail Sloof 1**

SKALA 1:25



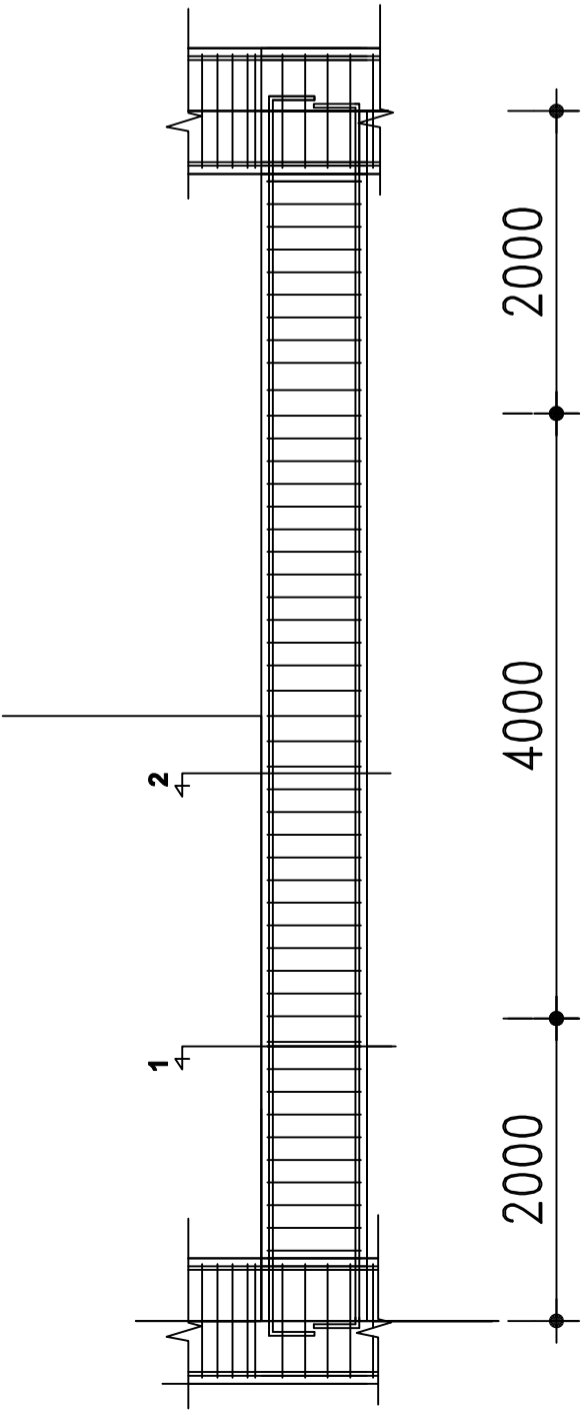
**Detail sloof 2**

SKALA 1:25



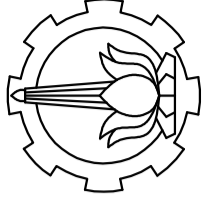
**Detail Sloof 1**

SKALA 1:50



**Detail Sloof 2**

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Sloof

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

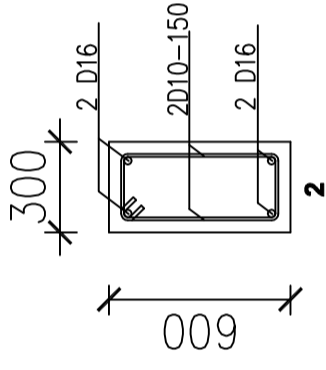
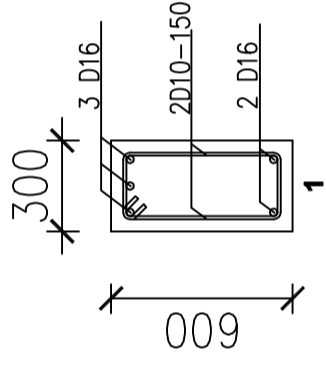
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

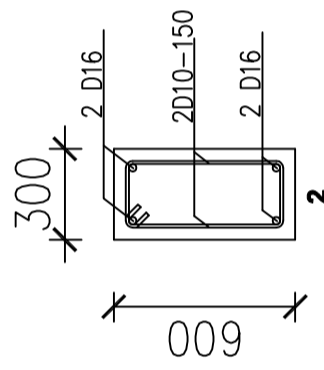
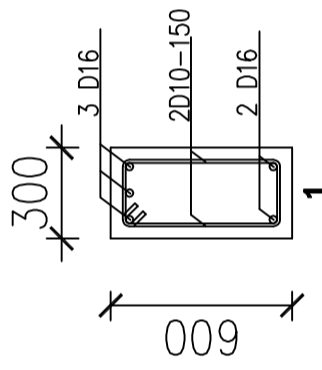
41

57



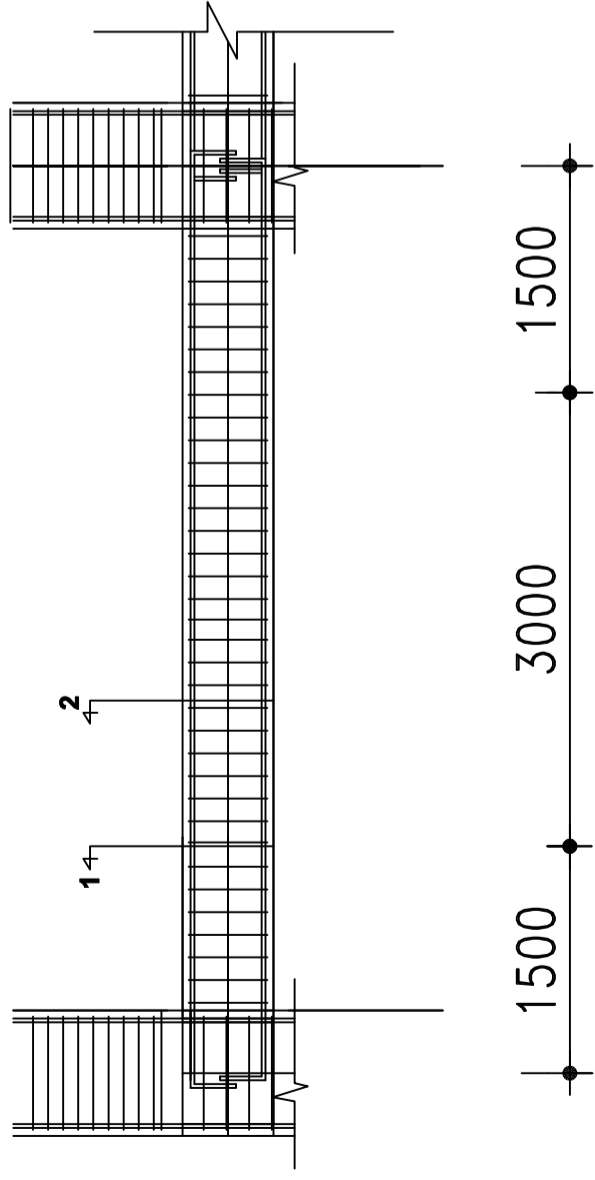
### Detail sloof 3

SKALA 1:25



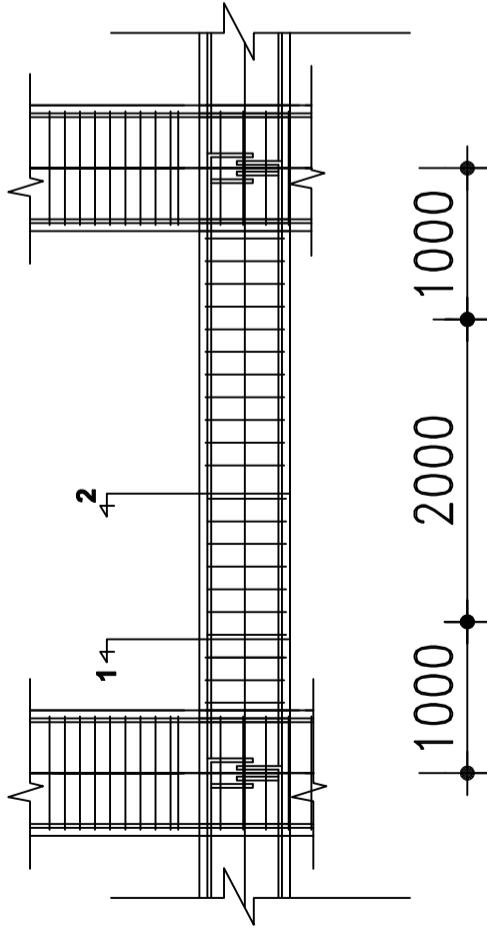
### Detail Sloof 3t

SKALA 1:25



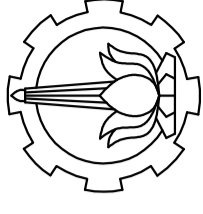
### Detail Sloof 3

SKALA 1:50



### Detail Sloof 3t

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Kolom

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

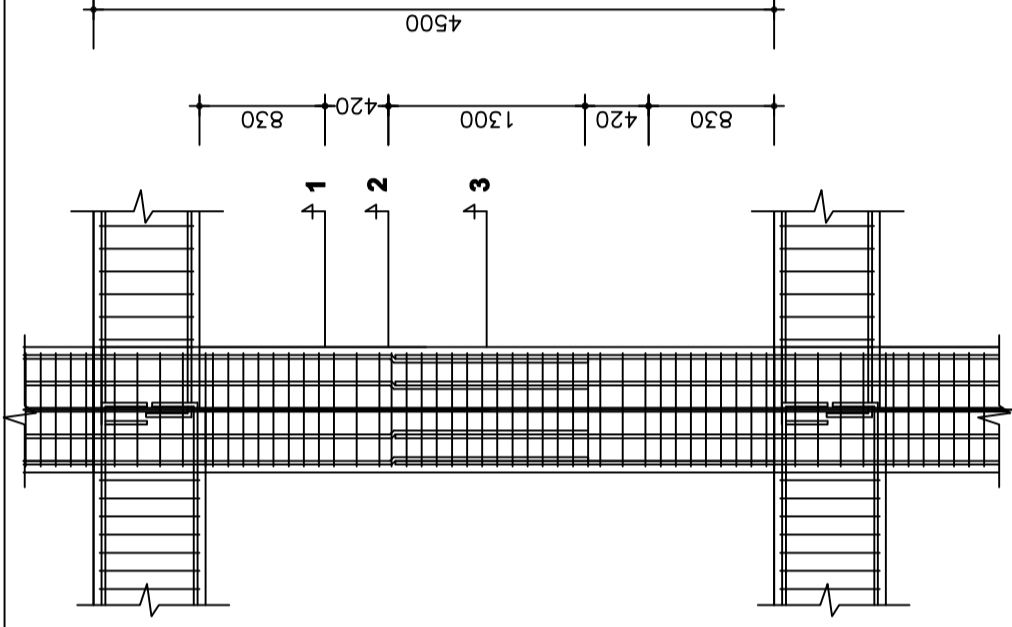
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

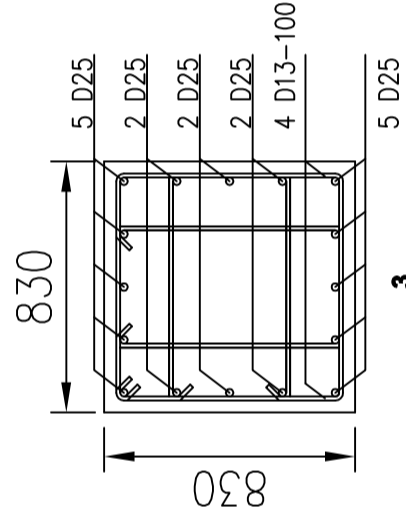
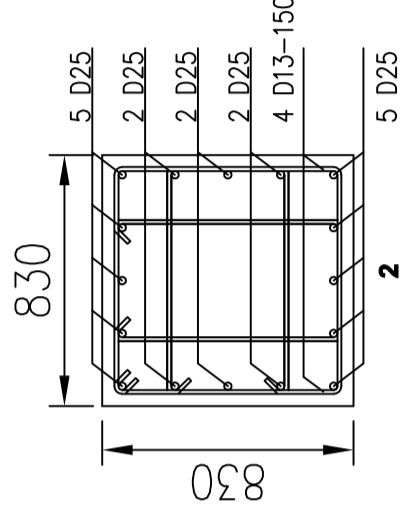
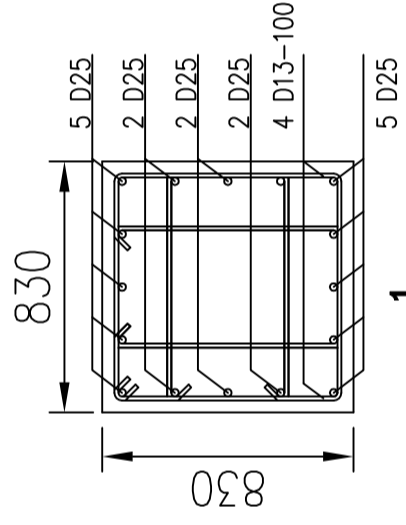
42

57



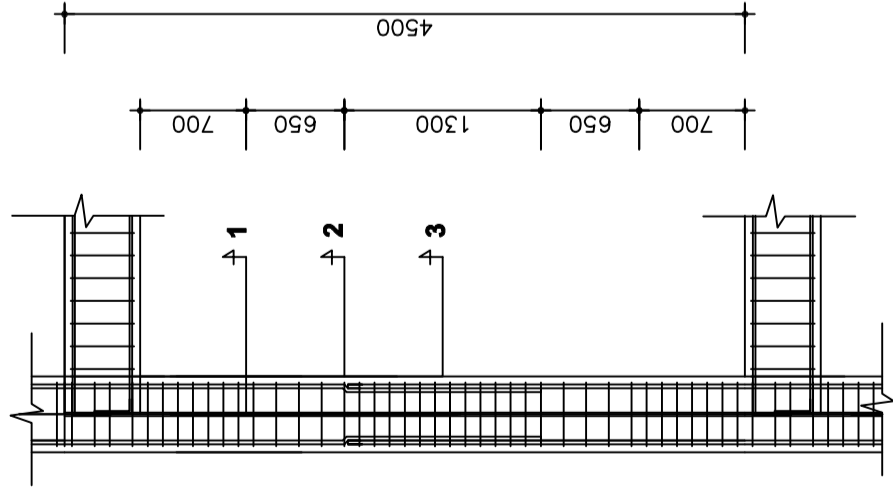
Detail Kolom K1 Lt.1

SKALA 1:50



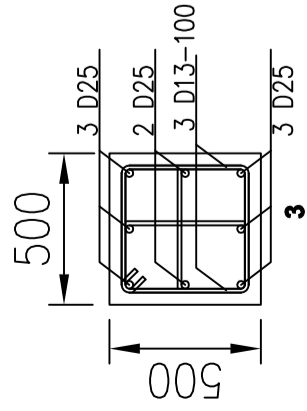
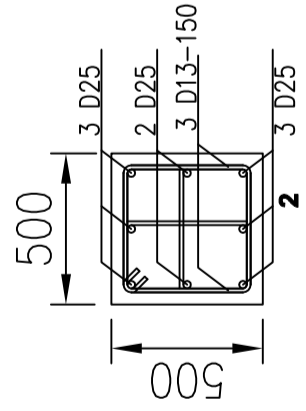
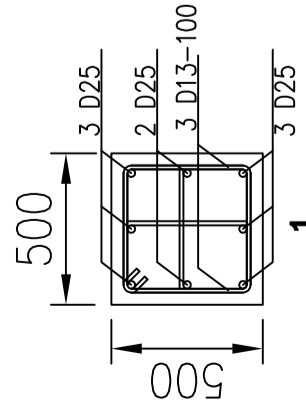
Detail Kolom K1 Lt.1

SKALA 1:50



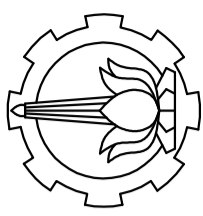
Detail Kolom K2 Lt.1

SKALA 1:50



Detail Kolom K2 Lt.1

SKALA 1:50



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Kolom

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

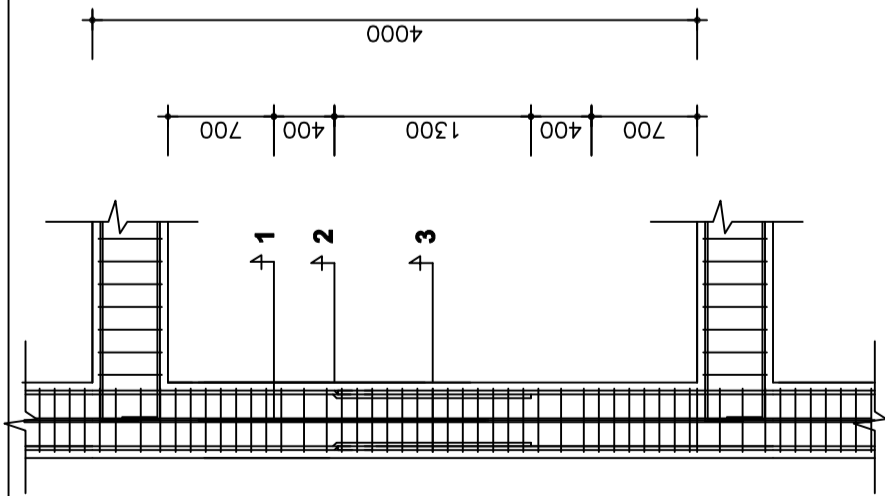
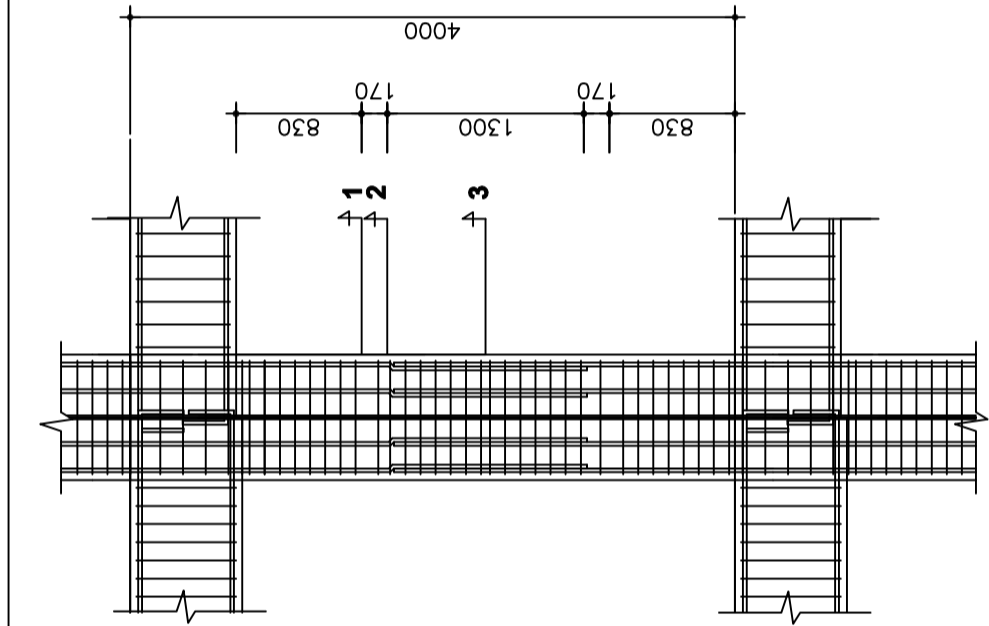
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

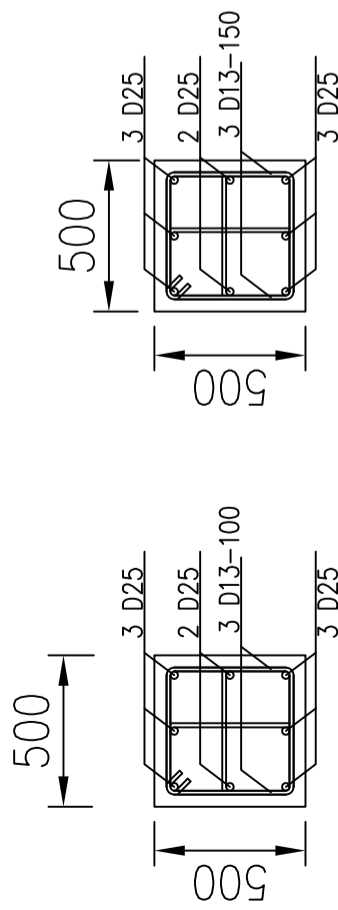
43

57



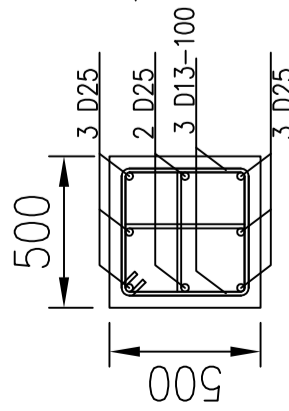
### Detail Kolom K2 Lt.2-8

SKALA 1:50



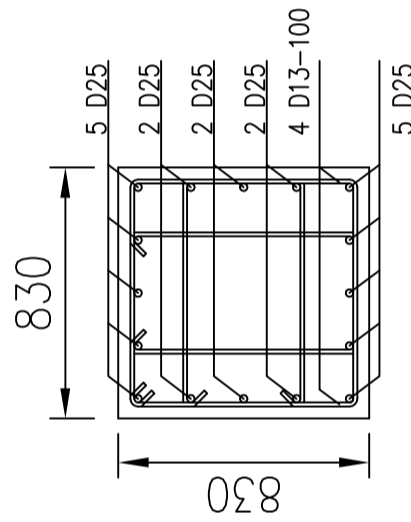
### Detail Kolom K2 Lt.2-8

SKALA 1:50



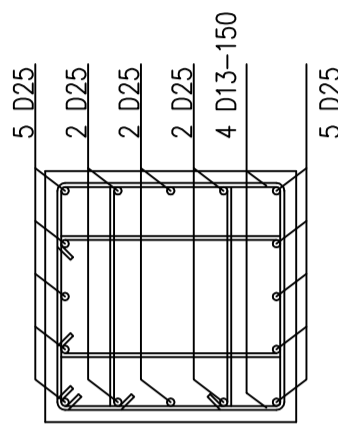
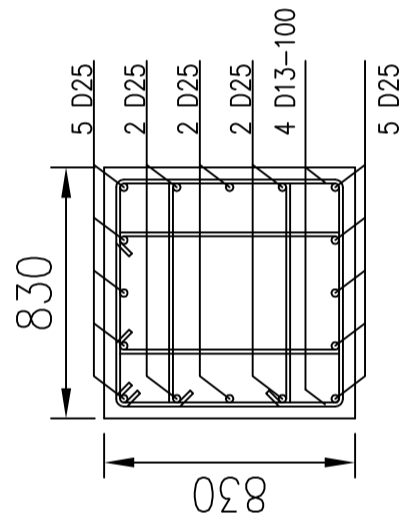
### Detail Kolom K1 Lt.2-8

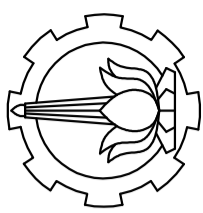
SKALA 1:50



### Detail Kolom K1 Lt.2-8

SKALA 1:50





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Shear Wall

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

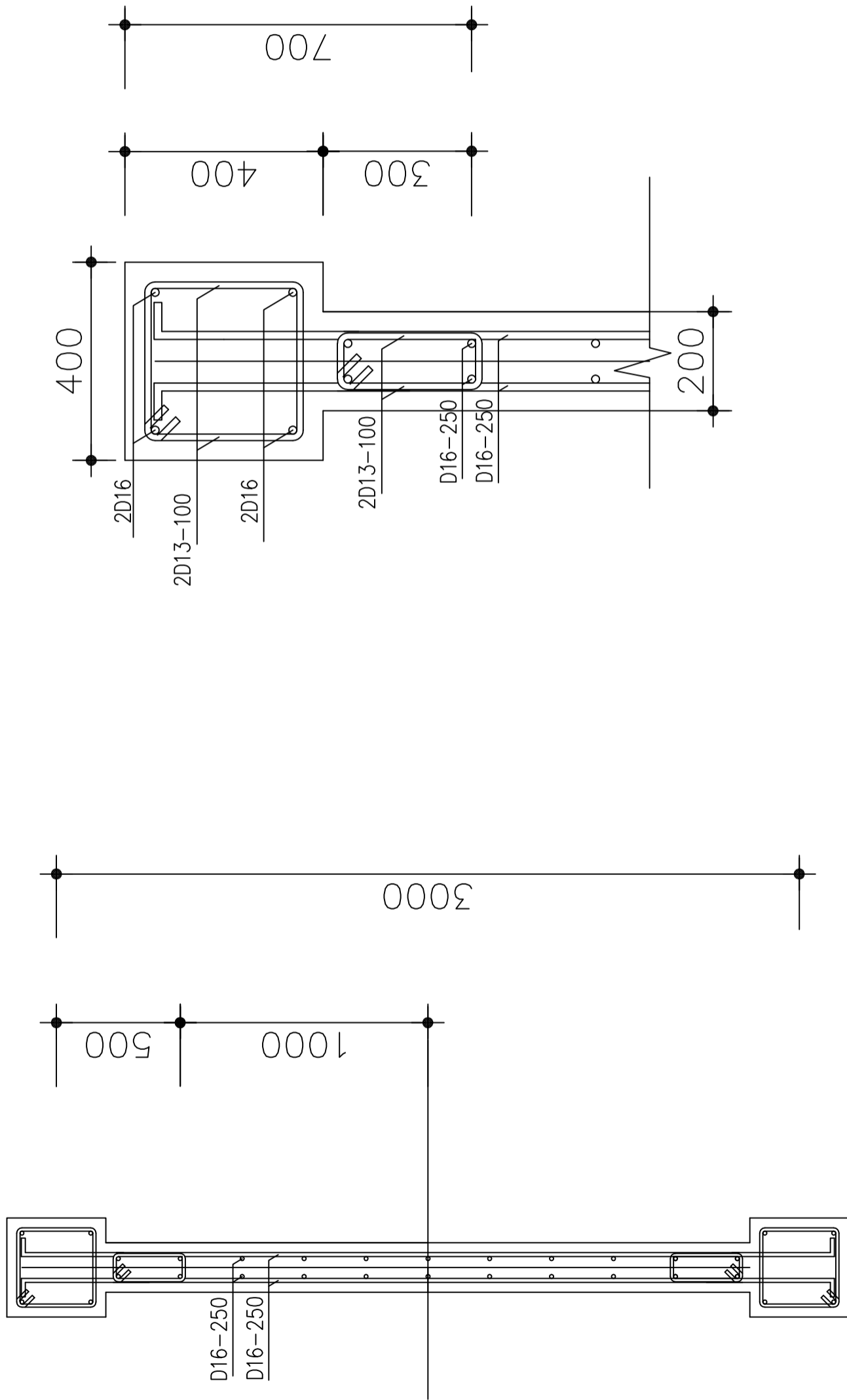
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

44

57

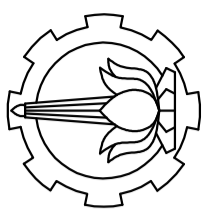


**Detail Shear Wall**

SKALA 1:20

**Detail Shear Wall SBE**

SKALA 1:10



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

## TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

## Penulangan Portal

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

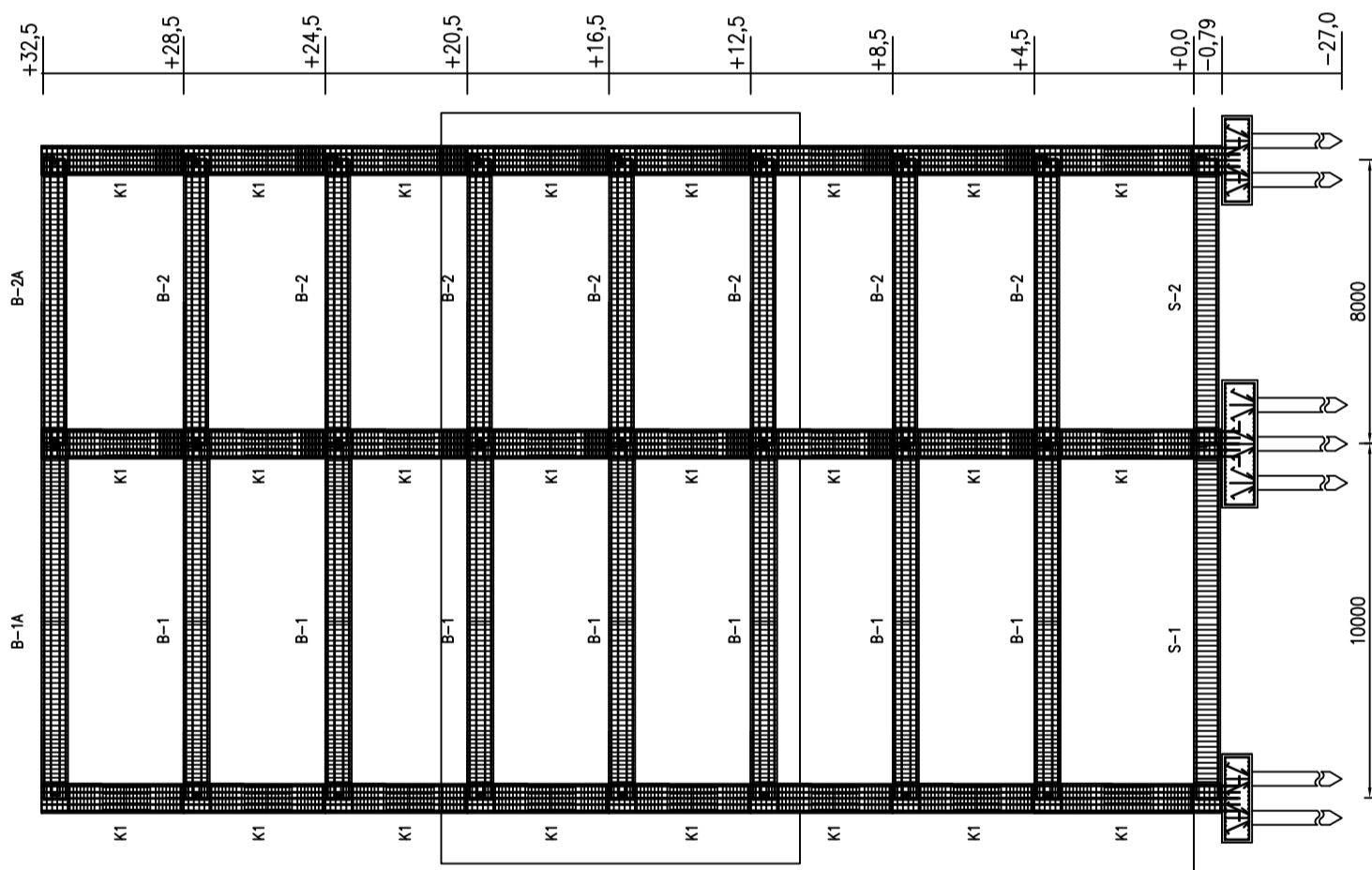
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

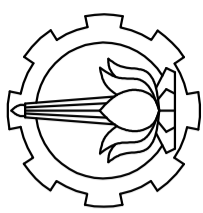
45

57



## Portal Melintang

SKALA 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Penulangan Portal

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

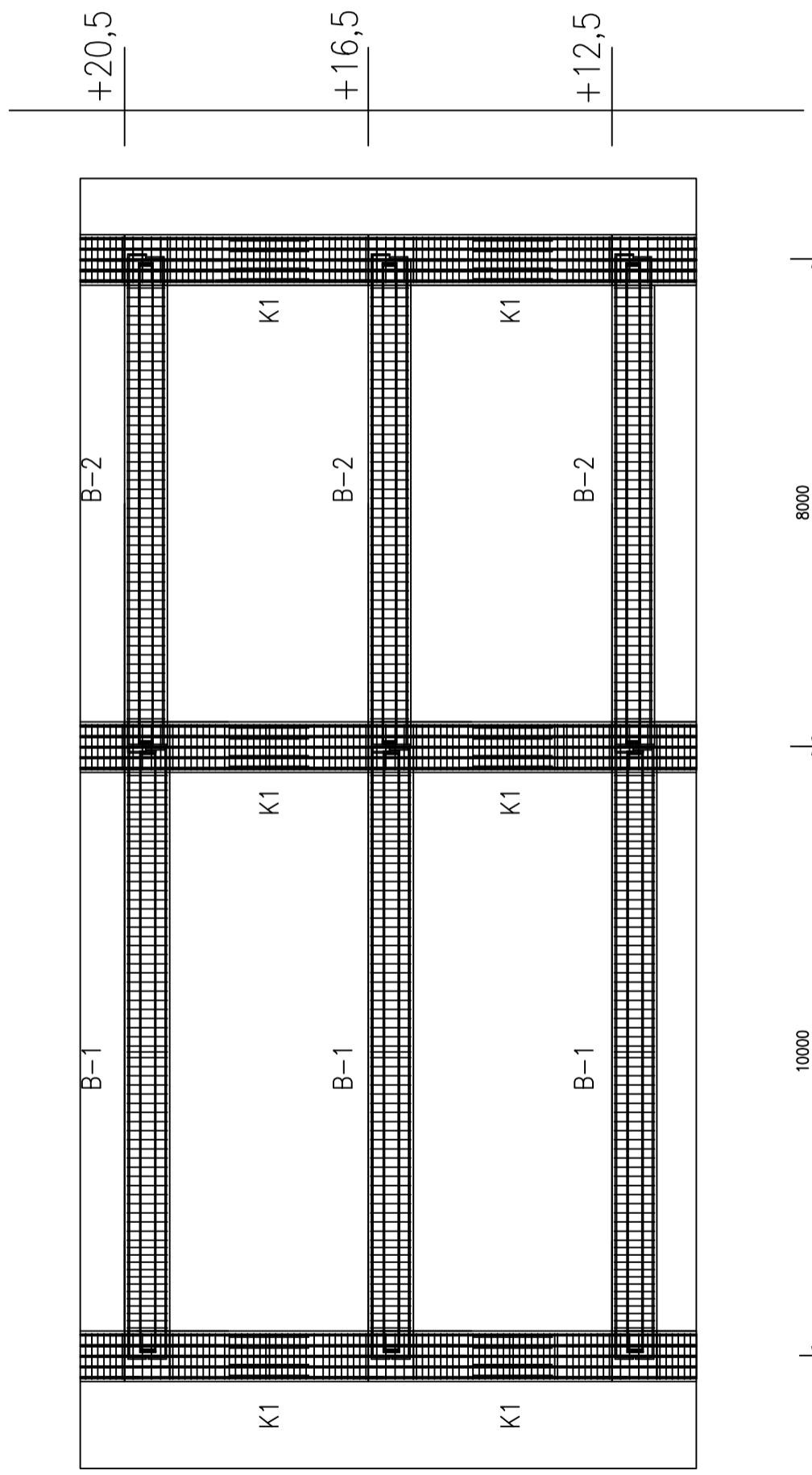
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

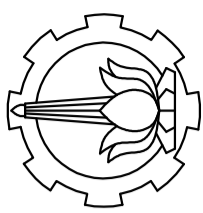
46

57



**Portal Melintang**

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

### TUGAS AKHIR TERAPAN

#### JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

#### JUDUL GAMBAR

## Penulangan Portal

#### DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

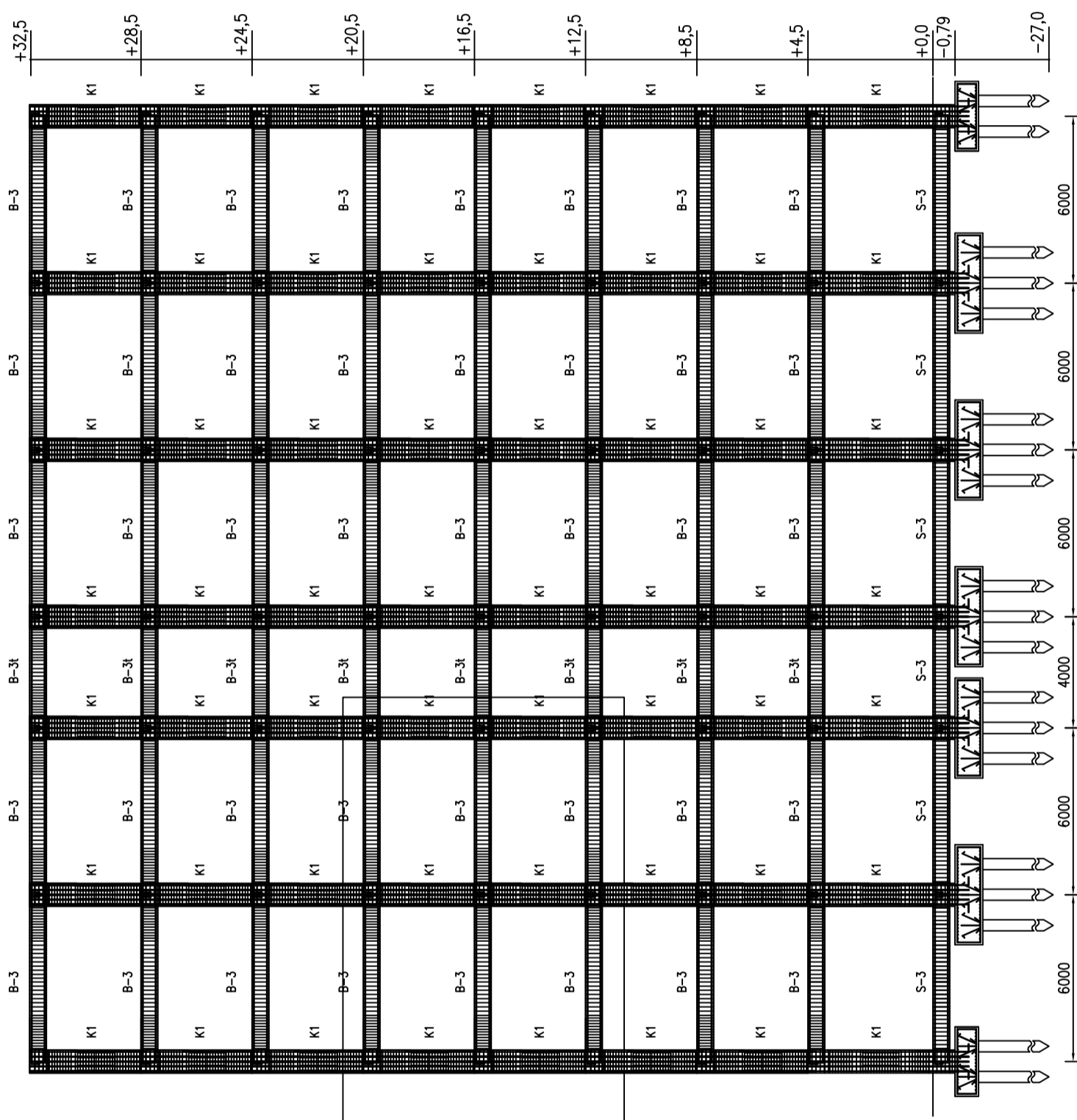
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

47

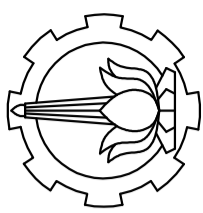
57



## Portal Memanjang

SKALA 1:200





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

### TUGAS AKHIR TERAPAN

#### JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

#### JUDUL GAMBAR

## Penulangan Portal

#### DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

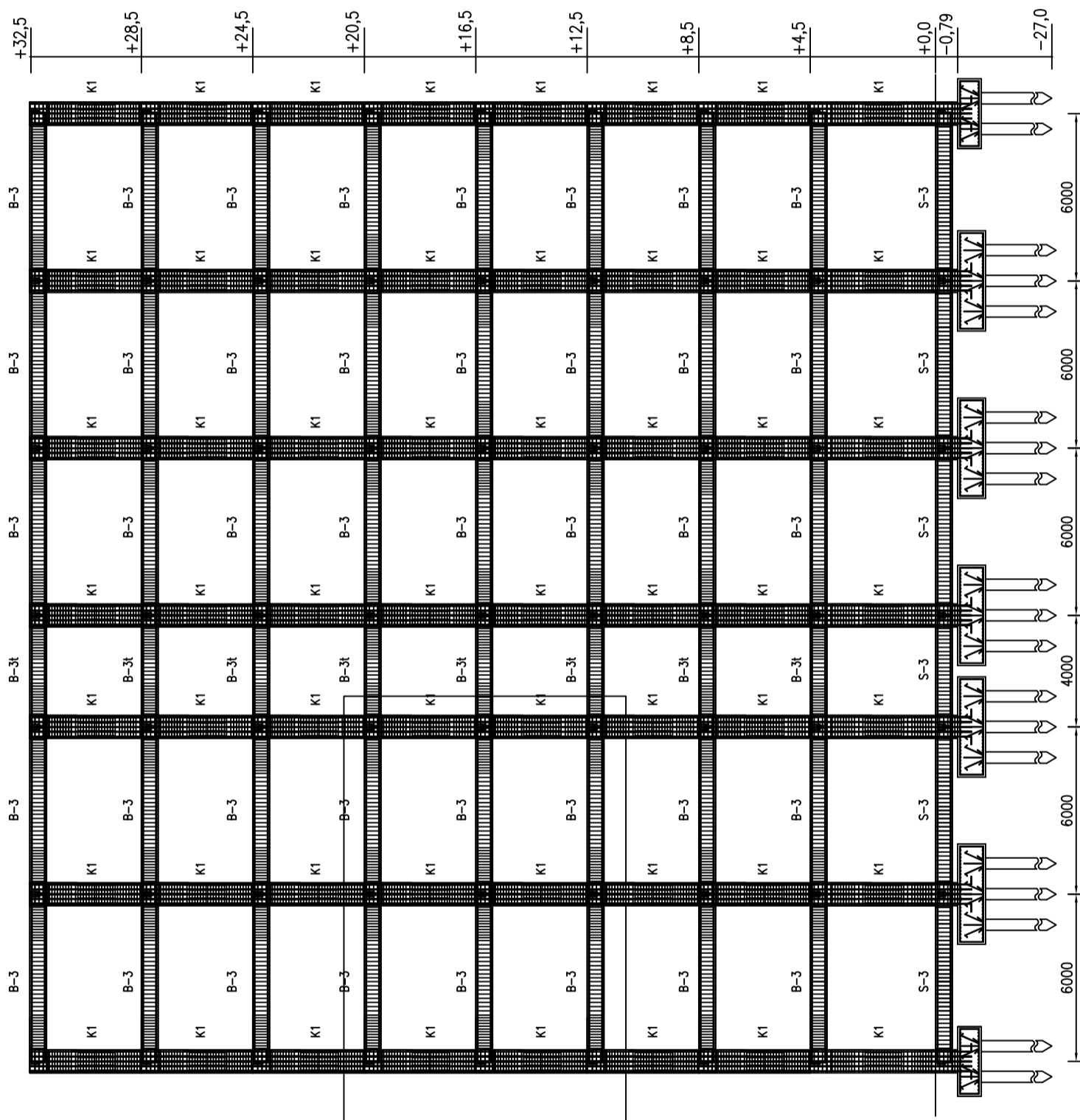
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

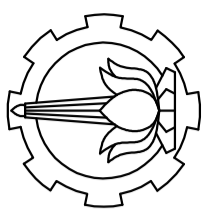
47

57



## Portal Memanjang

SKALA 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Penulangan Portal

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

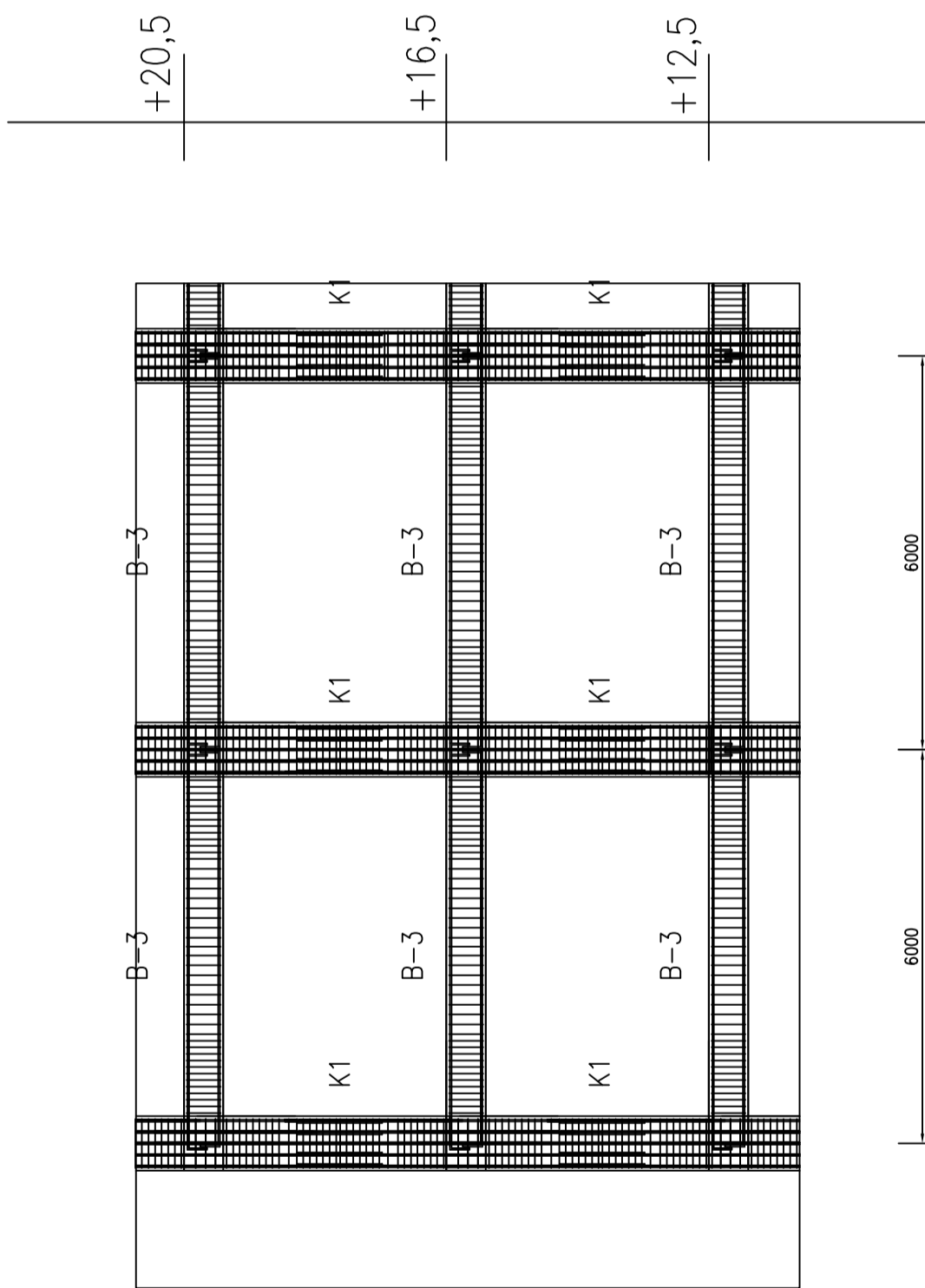
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

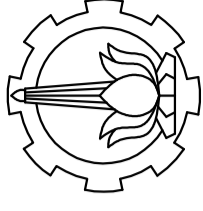
48

57



**Portal Memanjang**

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

### TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

## Penulangan Portal SW

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

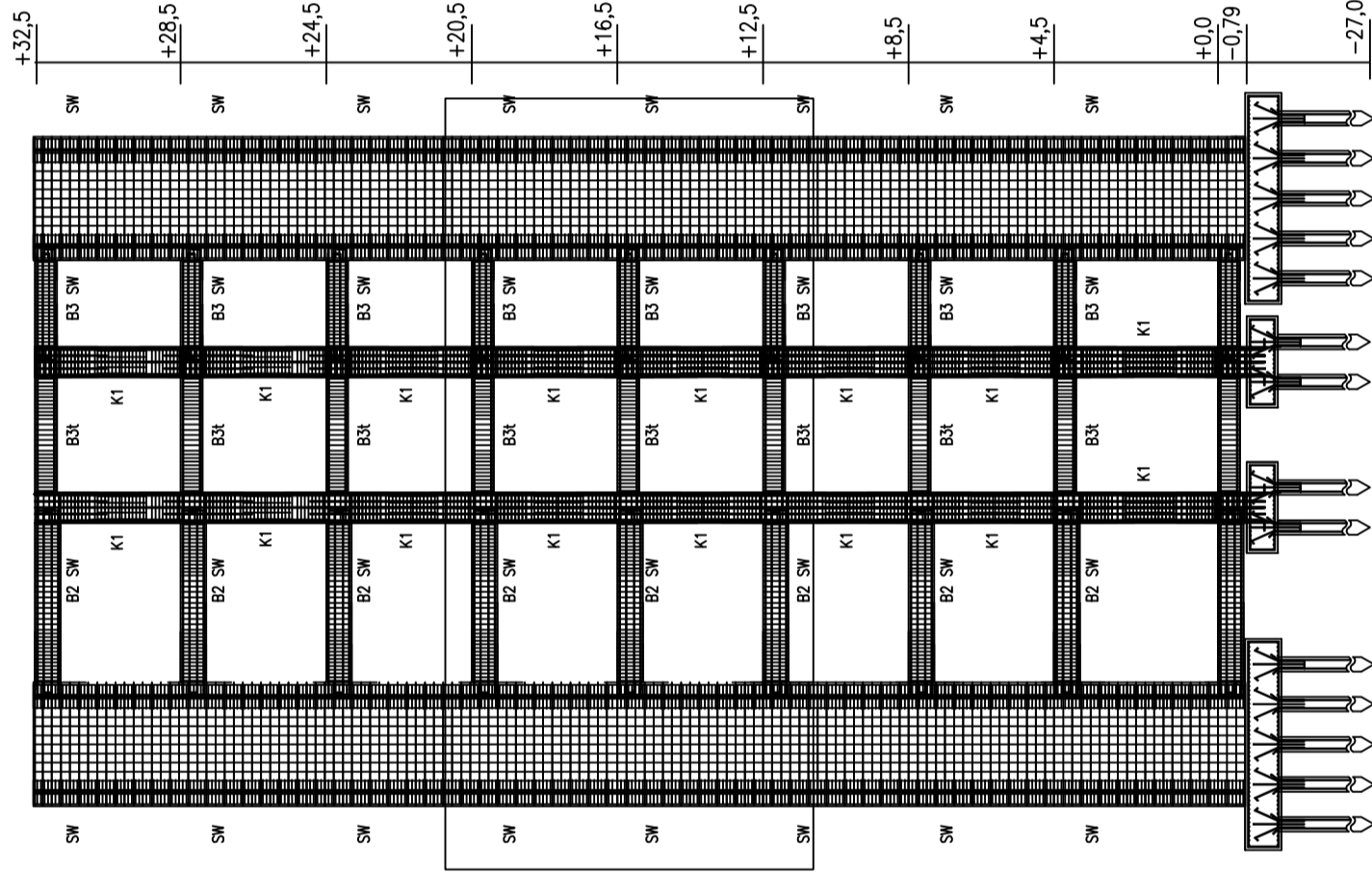
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

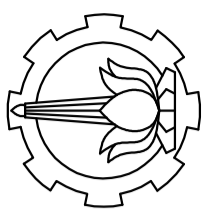
49

57



## Portal Melintang SW

SKALA 1:200



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Penulangan Portal  
SW

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

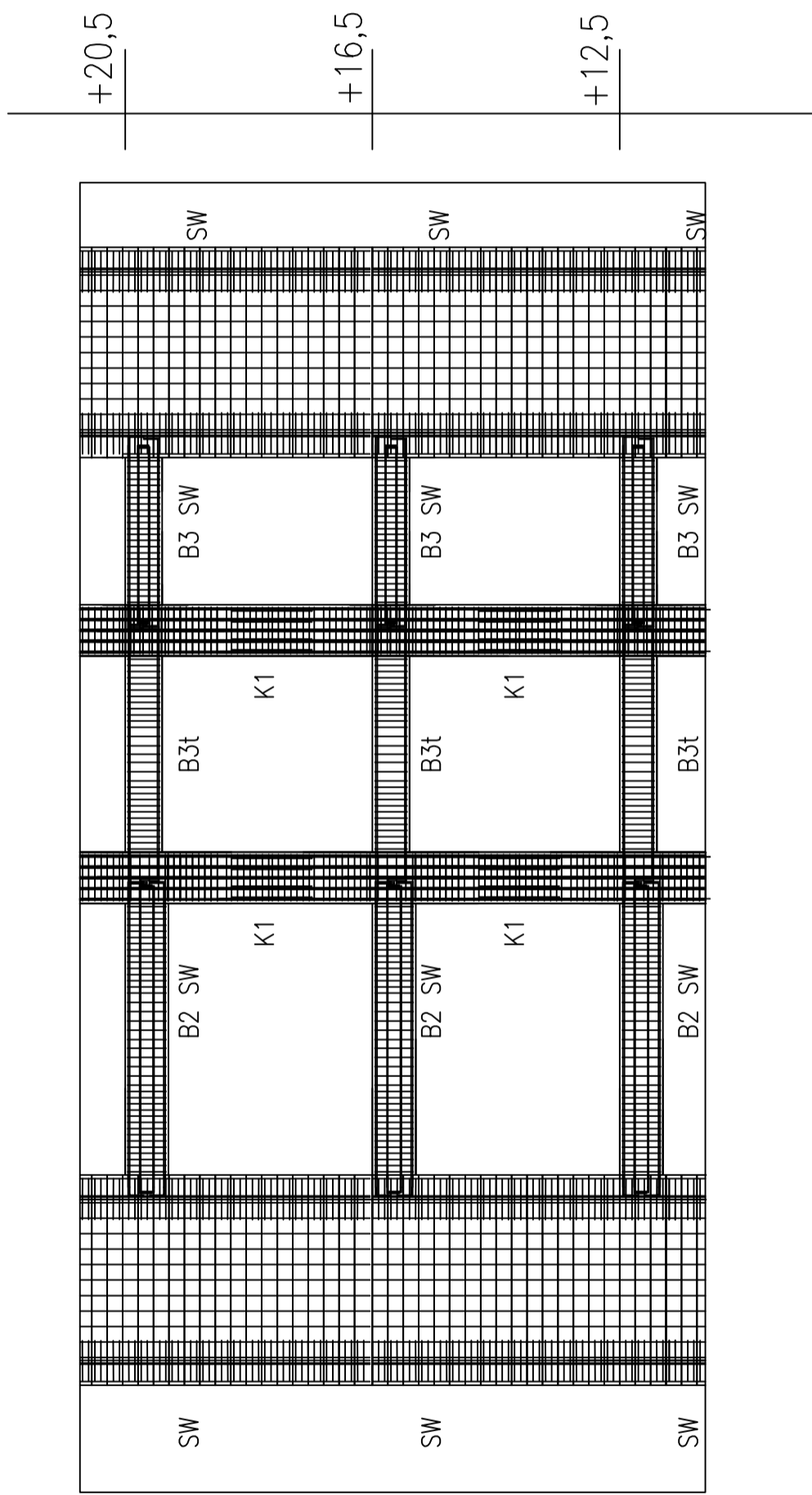
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

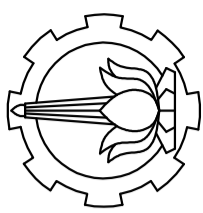
50

57



**Portal Melintang SW**

SKALA 1:100



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Hubungan Balok  
Kolom

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

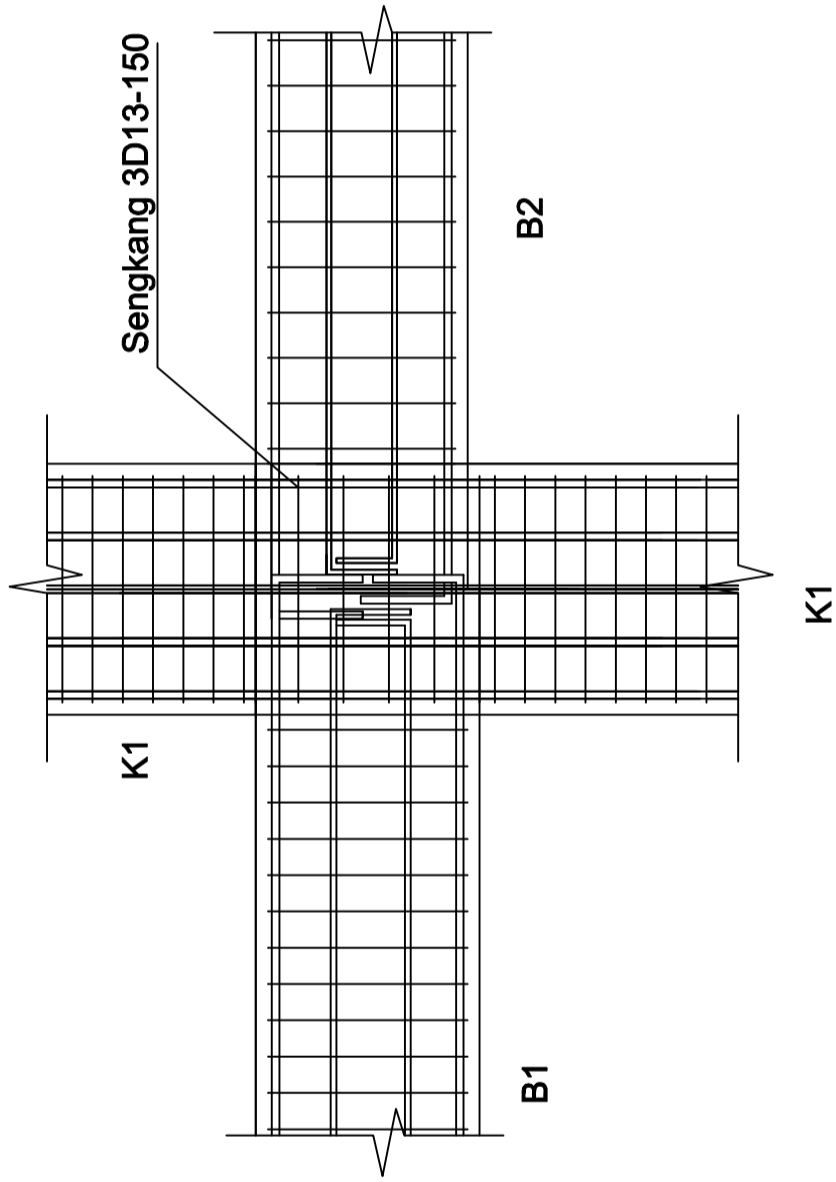
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

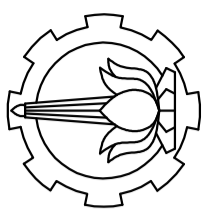
51

57



**Hubungan Balok Kolom**

SKALA 1:25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Pondasi

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

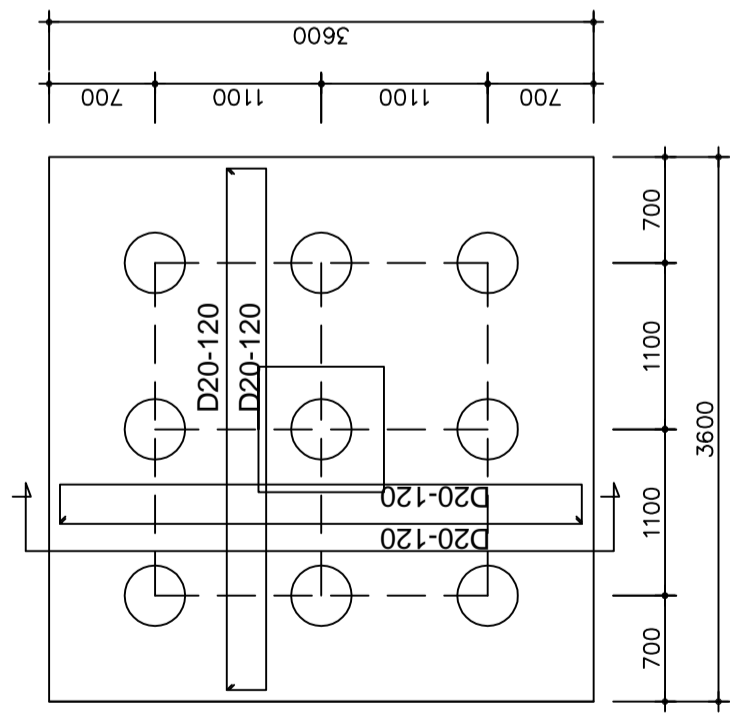
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

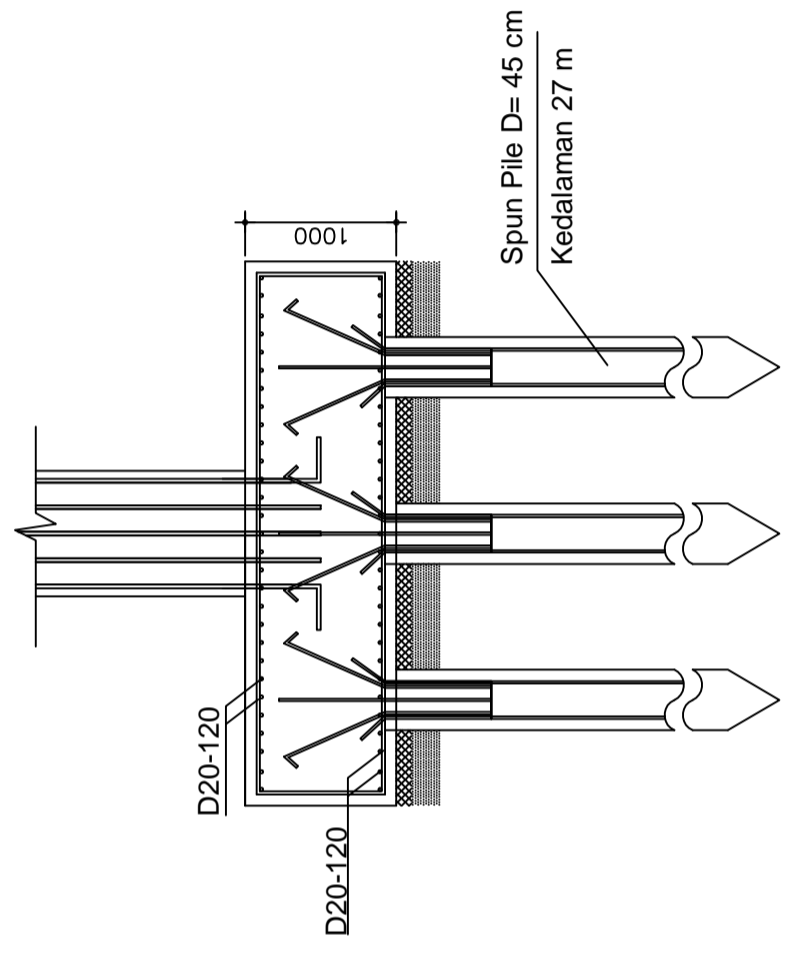
53

57



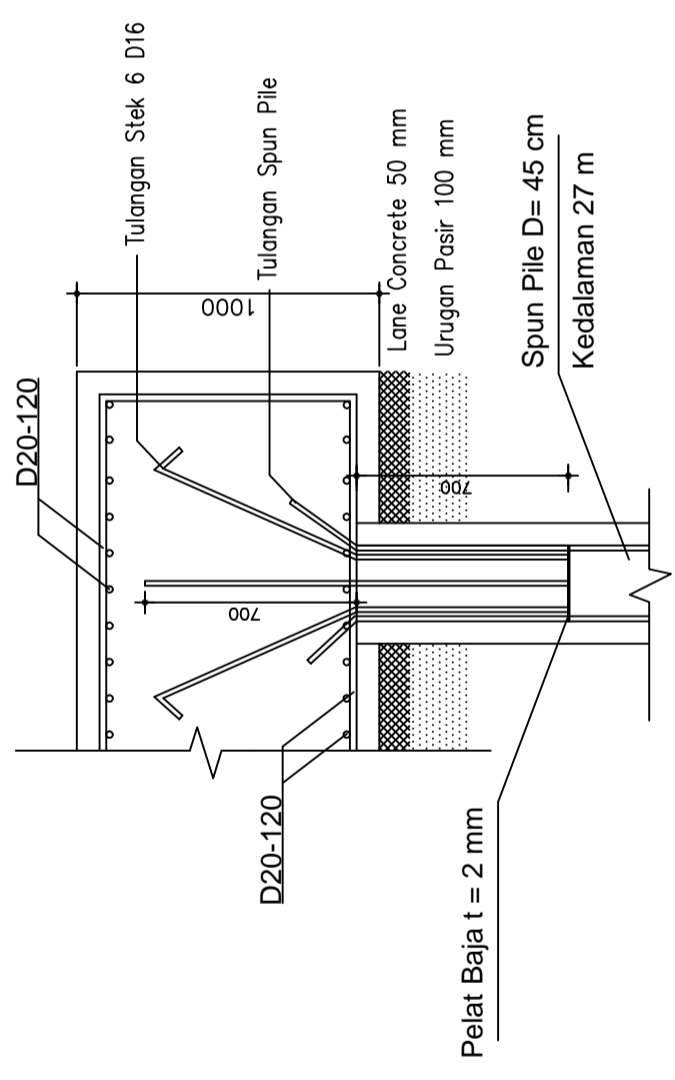
**Detail Pondasi P1**

SKALA 1:50



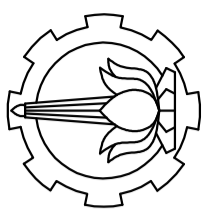
**Potongan Pondasi P1**

SKALA 1:50



**Detail Sambungan P1**

SKALA 1:25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Pondasi

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

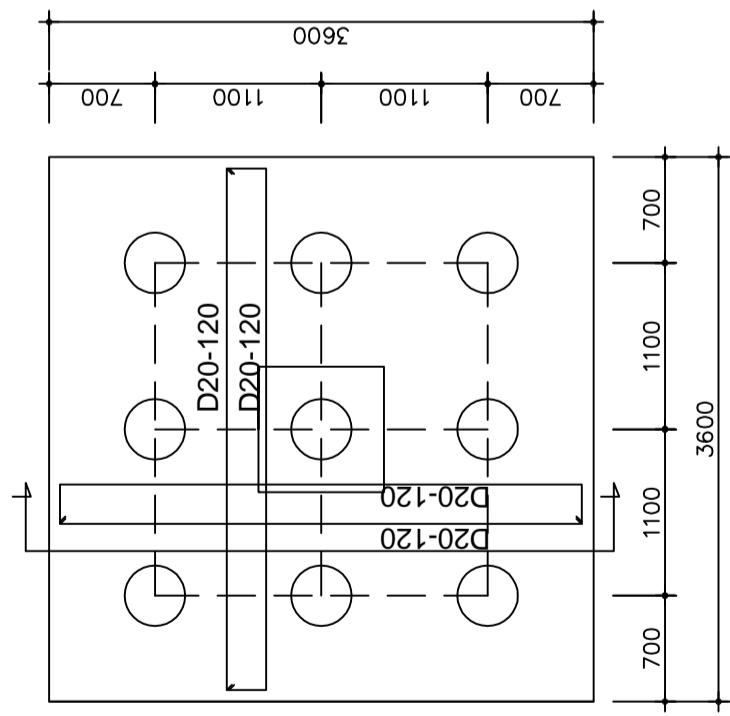
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

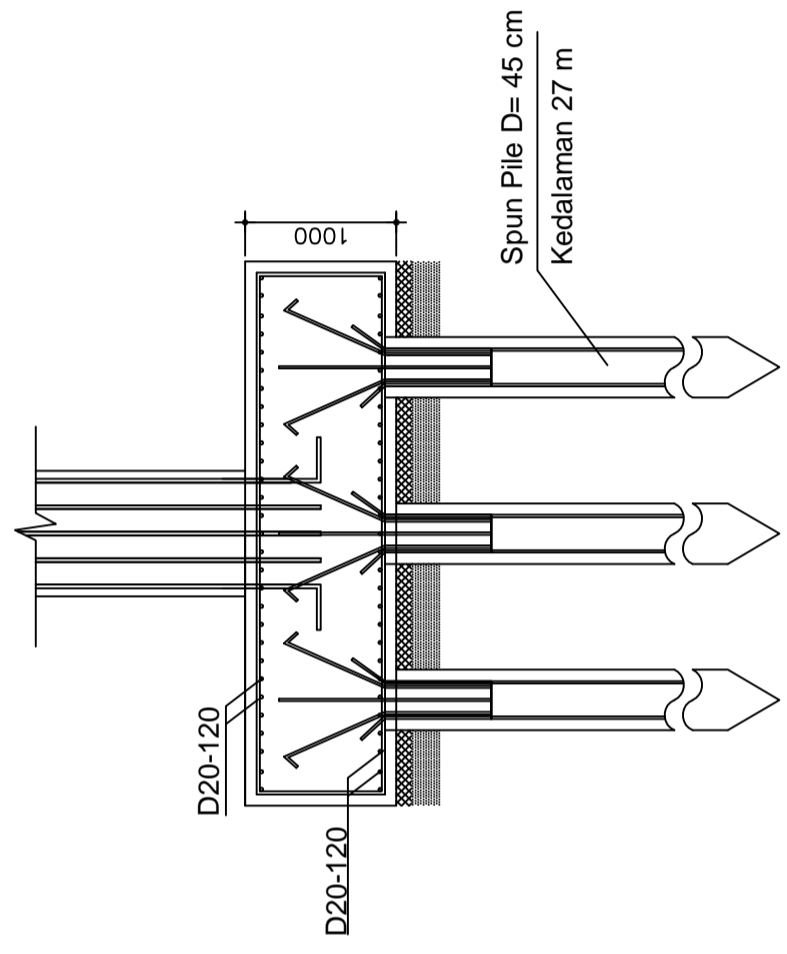
53

57



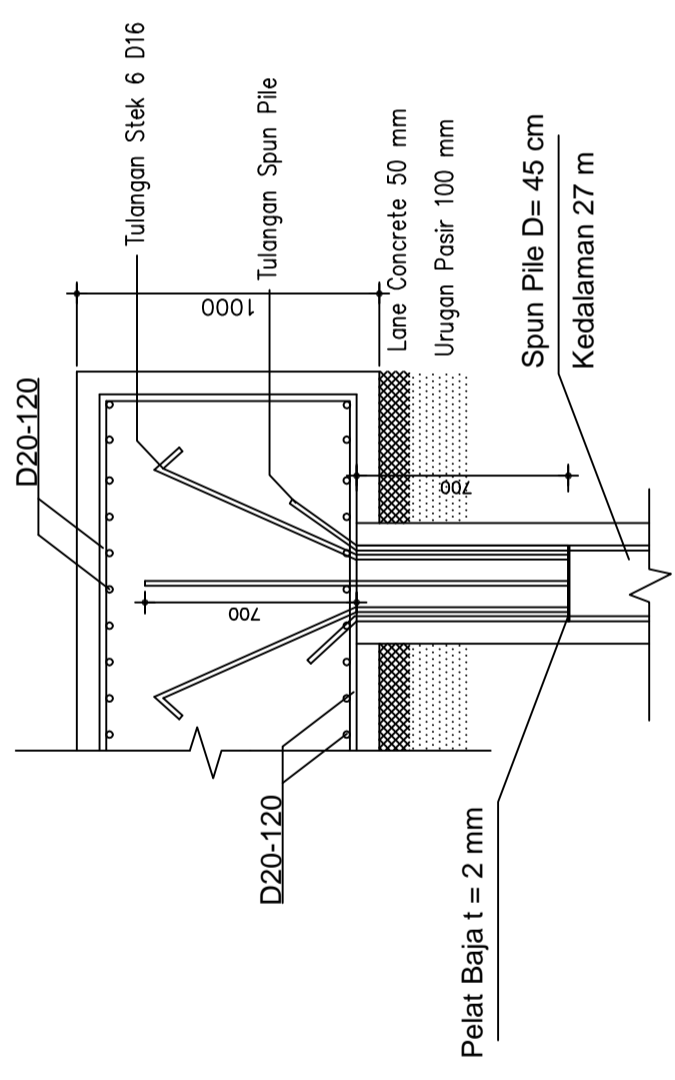
**Detail Pondasi P1**

SKALA 1:50



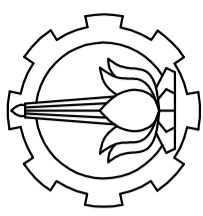
**Potongan Pondasi P1**

SKALA 1:50



**Detail Sambungan P1**

SKALA 1:25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Pondasi

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

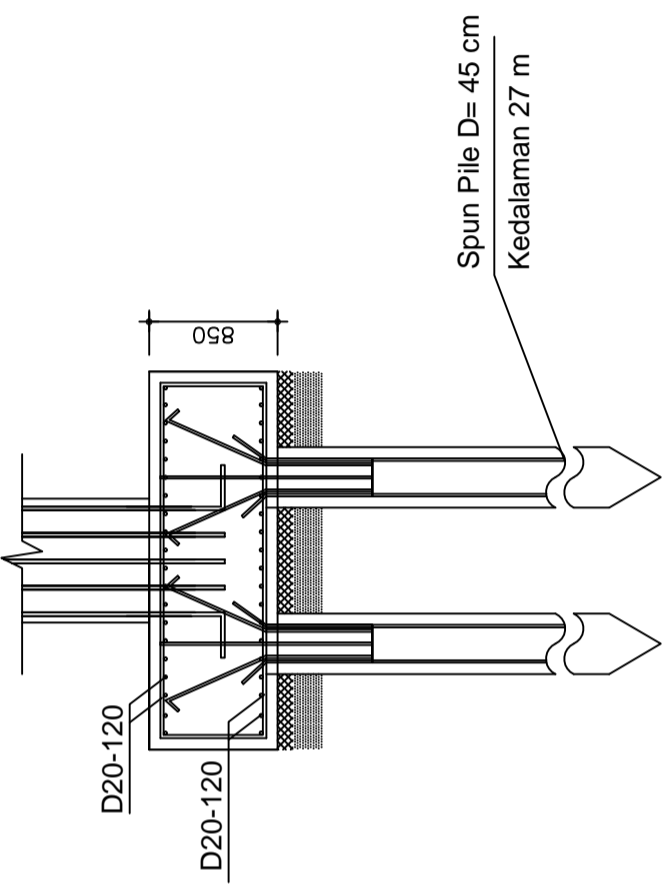
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

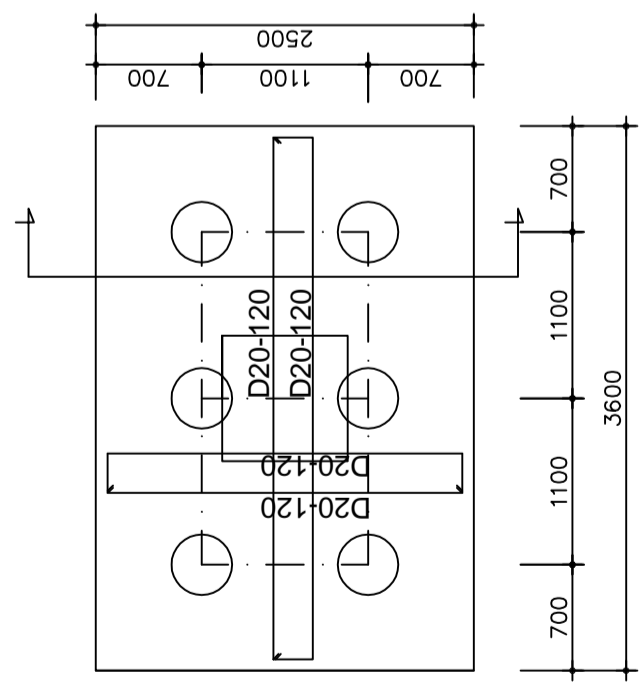
54

57



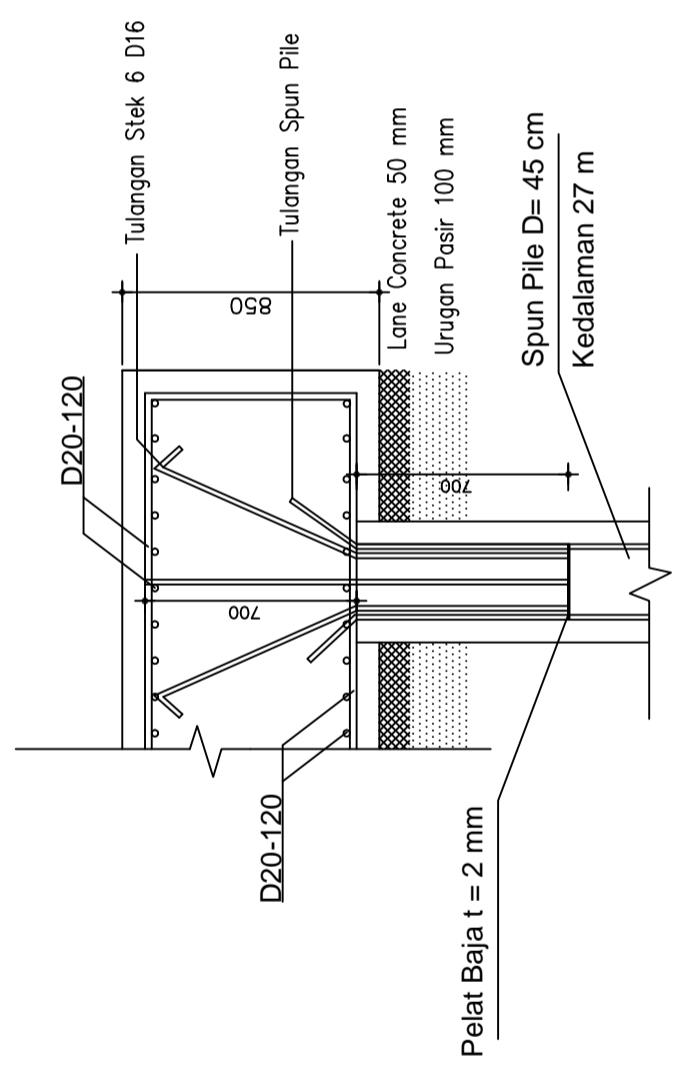
**Potongan Pondasi P2**

SKALA 1:50



**Detail Pondasi P2**

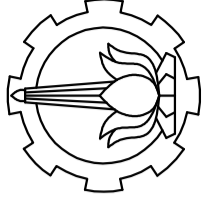
SKALA 1:50



**Detail Sambungan P2**

SKALA 1:25





INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Pondasi

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

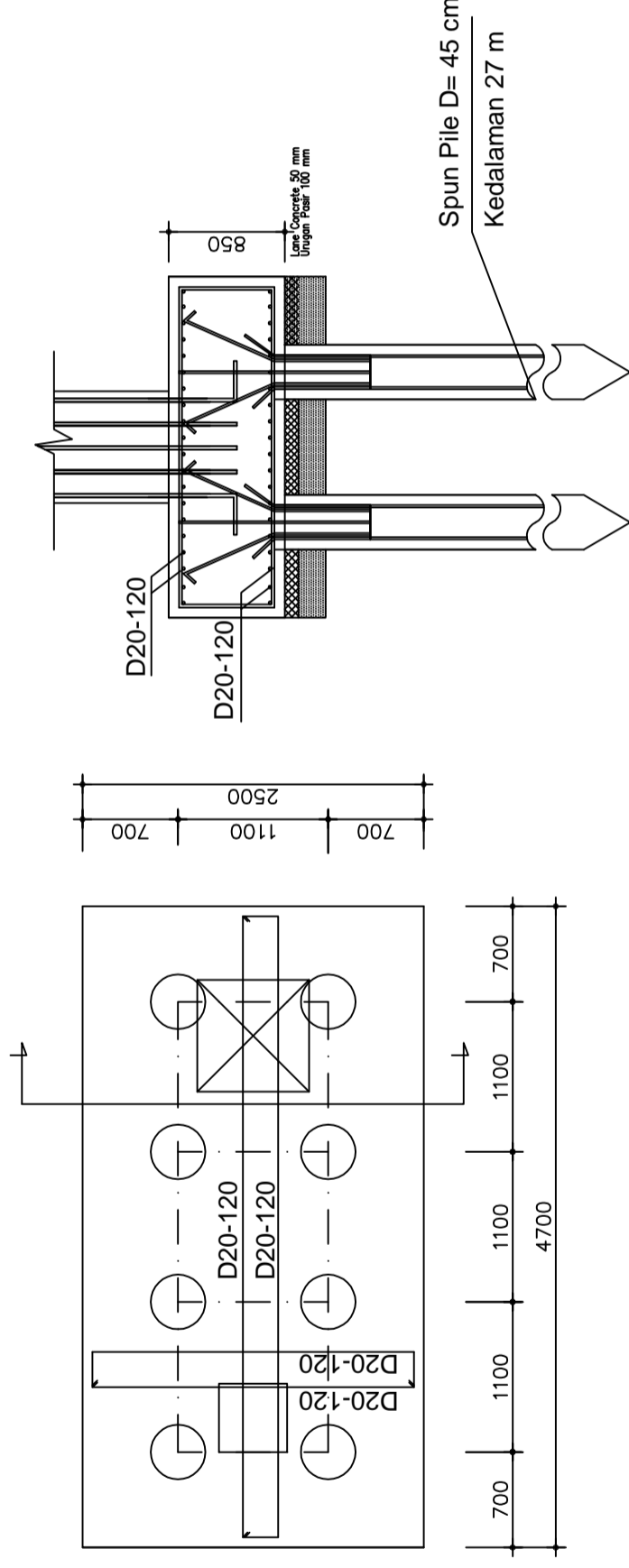
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

55

57

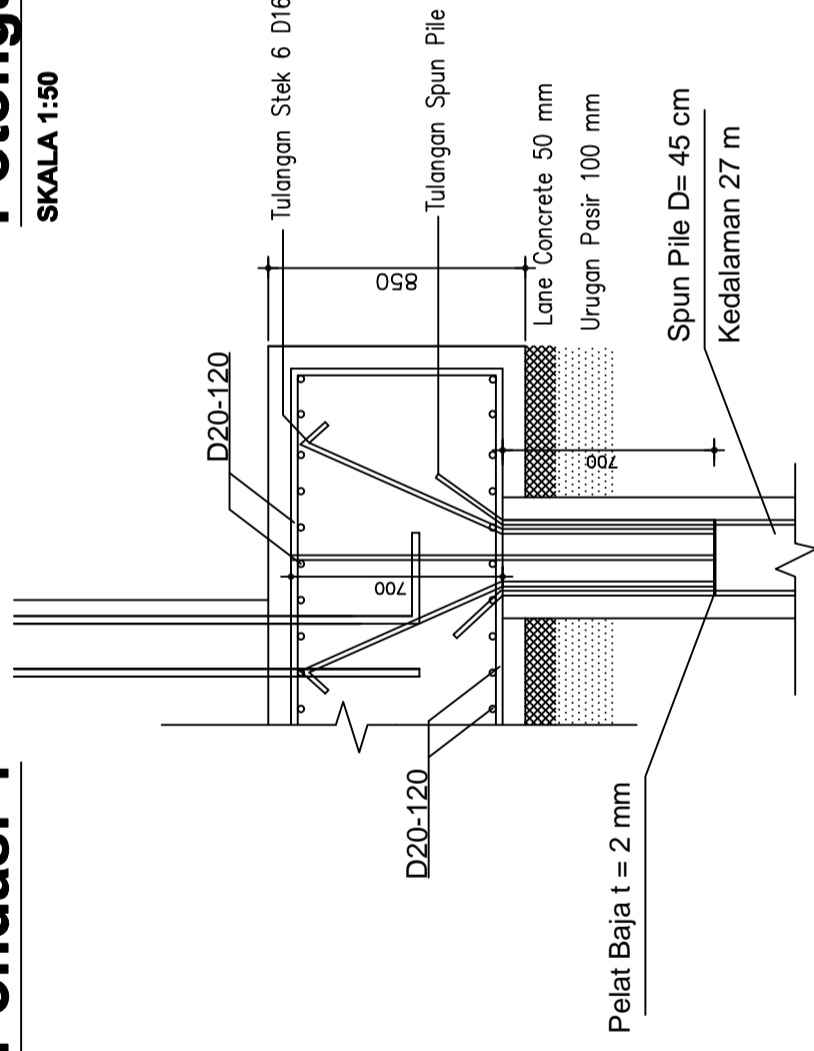


### Detail Pondasi 4

SKALA 1:50

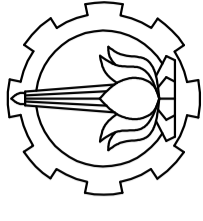
### Potongan Pondasi 4

SKALA 1:50



### Detail Sambungan P4

SKALA 1:25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Pondasi

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

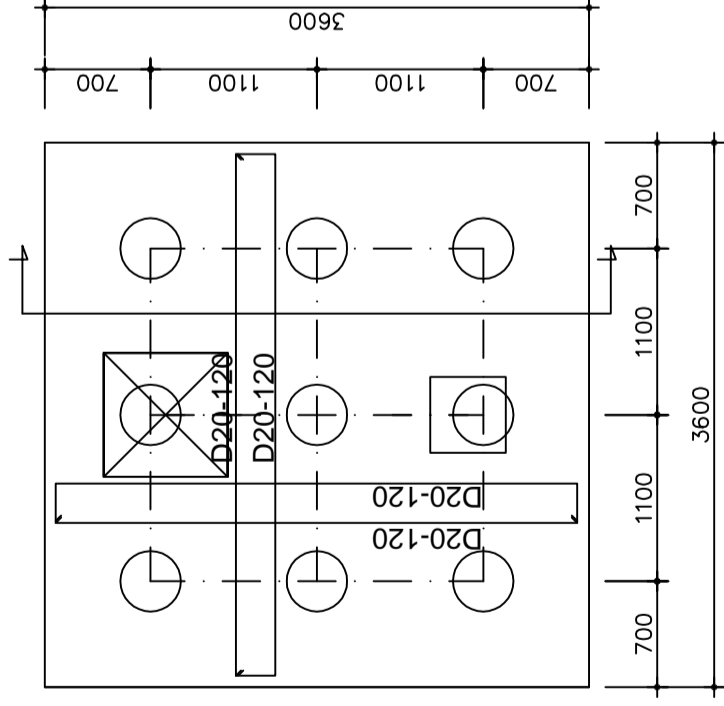
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

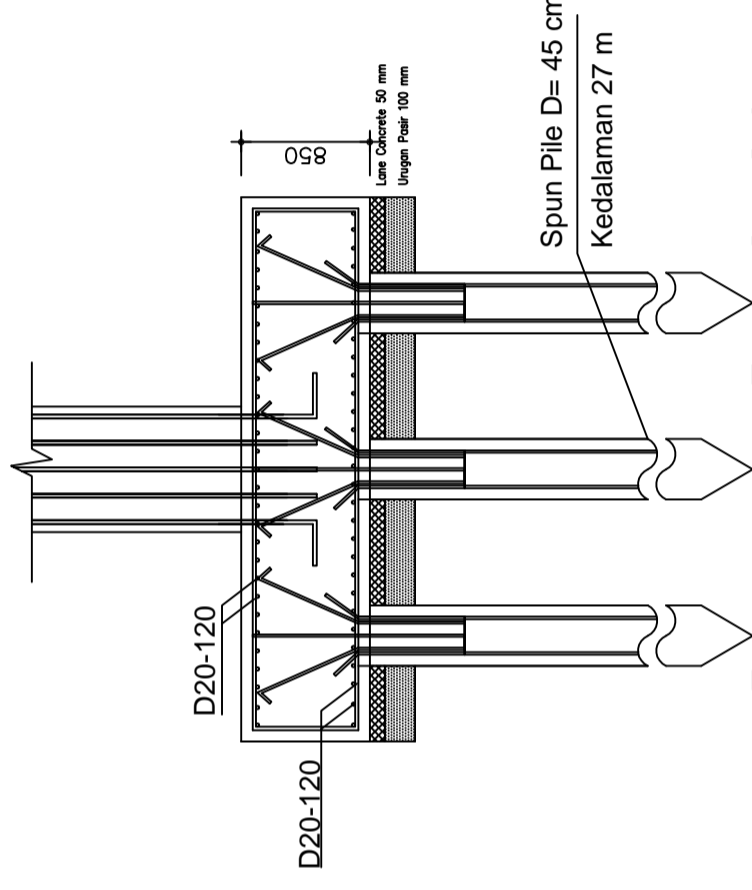
56

57



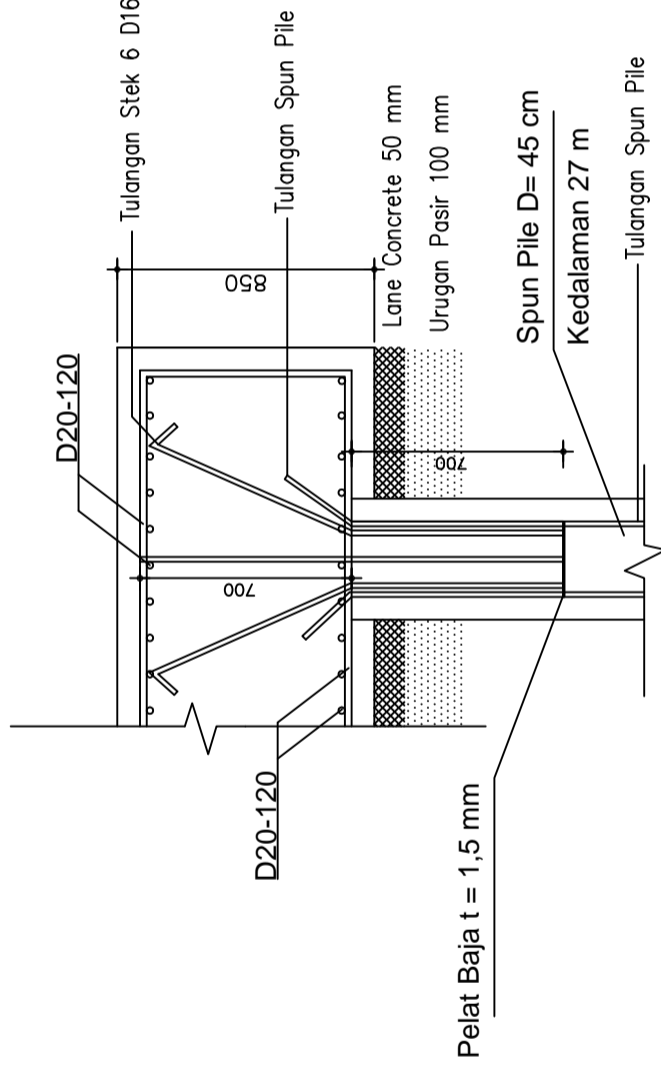
**Detail Pondasi 3**

SKALA 1:50



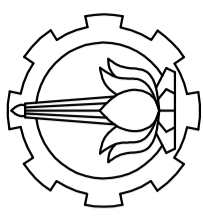
**Potongan Pondasi 3**

SKALA 1:50



**Detail Sambungan P3**

SKALA 1:25



INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
FAKULTAS VOKASI  
DIPLOMA 4 TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
BANGUNAN GEDUNG

TUGAS AKHIR TERAPAN

JUDUL

Desain Struktur Gedung Pascasarjana  
Universitas Islam Malang  
Menggunakan Sistem Ganda  
dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan  
Pondasi

JUDUL GAMBAR

Detail Pondasi

DOSEN PEMBIMBING

Prof. Ir. M. Sigit Darmawan,  
MEngSc.,PhD

MAHASISWA

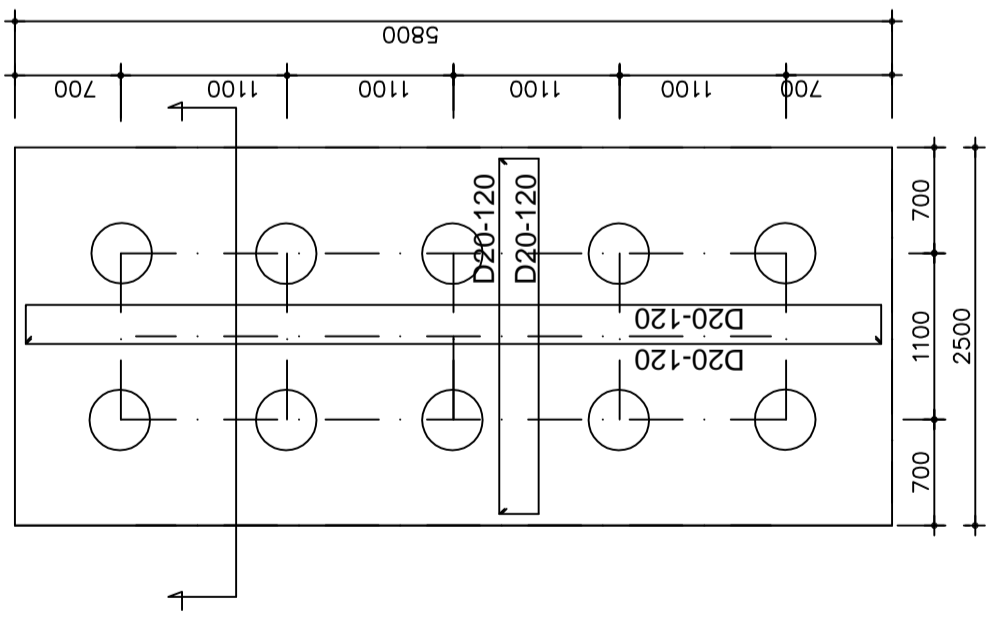
Dzul Fikri Muhammad

NO. Lembar

Jumlah Lembar

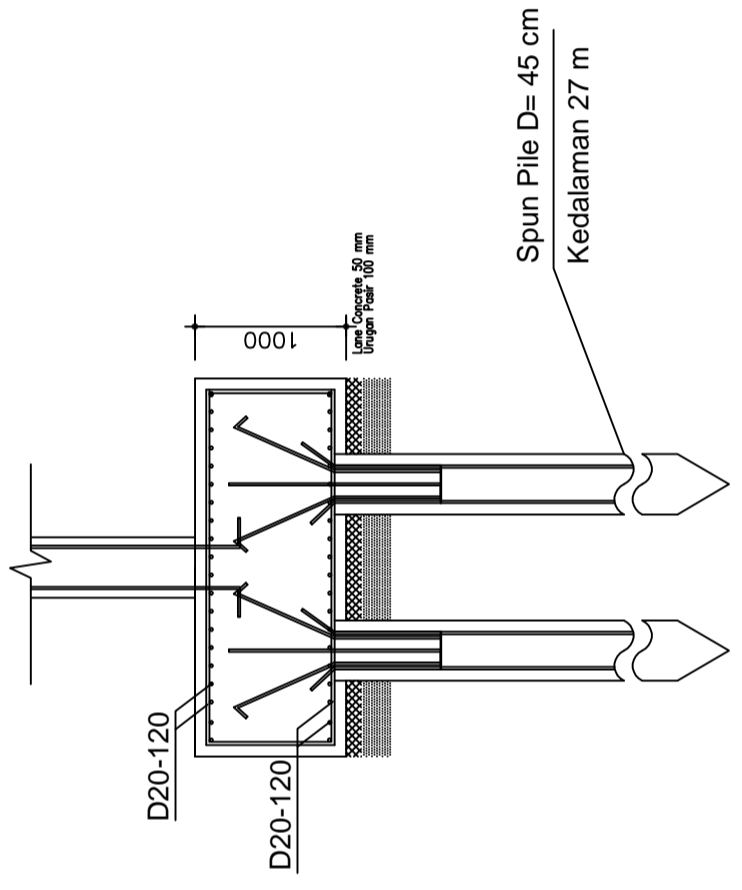
57

57



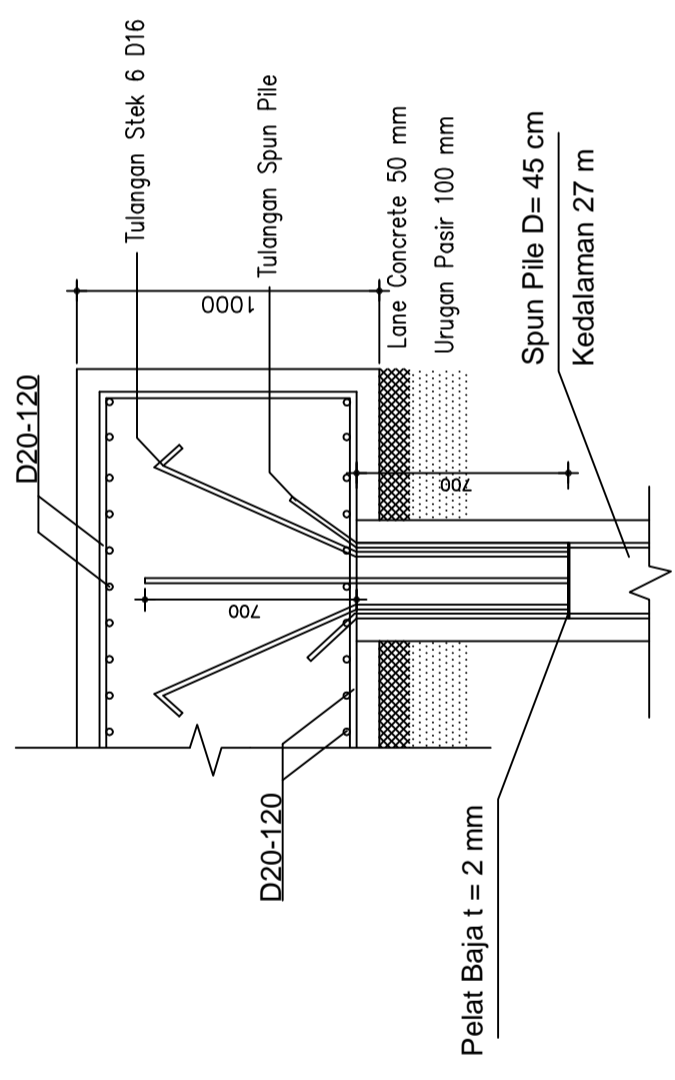
**Detail Pondasi SW**

SKALA 1:50



**Potongan Pondasi SW**

SKALA 1:50



**Detail Sambungan SW**

SKALA 1:25