

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR  
GEDUNG BELAJAR PONDOK PESANTREN DINIYAH LIMO JURAI  
SUNGAI PUA KABUPATEN AGAM**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Strata Satu (S1)*



**Oleh:**

**YESI RATNA SARI**  
**181000222201150**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**

**2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR  
GEDUNG BELAJAR PONDOK PESANTREN DINIYAH LIMO JURAI  
SUNGAI PUA KABUPATEN AGAM

Oleh :

YESI RATNA SARI  
181000222201150

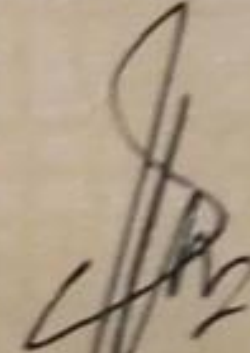
Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



MASRIL, S.T., M.T.  
NIDN. 1005057407

Dosen Pembimbing II

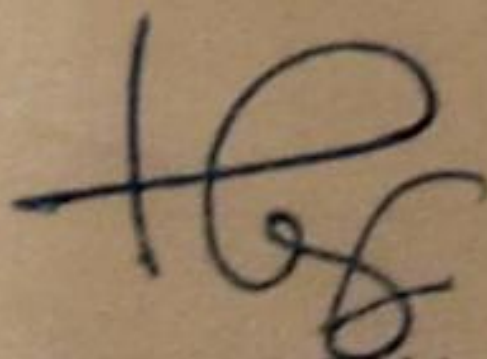


YORIZAL PUTRA, S.T., M.T.  
NIDN. 1002049201

Diketahui Oleh :

Ketua Program Studi

Teknik Sipil



HELGA YERMADONA, S.PD., M.T.  
NIDN. 1013098502

Dekan Fakultas Teknik

UM Sumatera Barat



MASRIL, S.T., M.T.  
NIDN. 1005057407

## LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi tim penguji pada ujian tertutup tanggal 24 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.



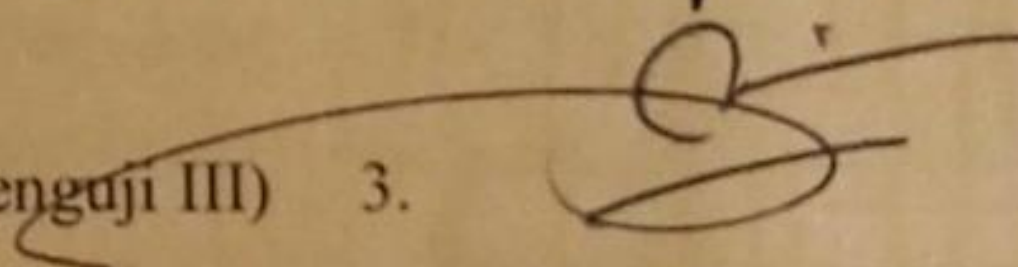

Bukittinggi, 05 September 2022

Mahasiswa,

**YESI RATNA SARI**

**181000222201150**

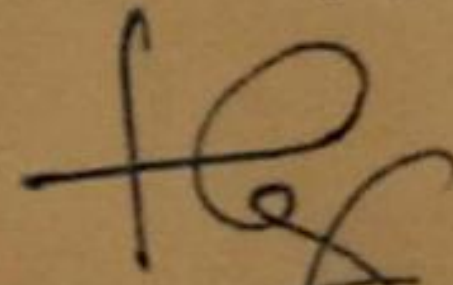
Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal :

- |    |                             |                     |  |
|----|-----------------------------|---------------------|--|
| 1. | Masril, S.T., M.T.          | (Dosen Penguji I)   | 1.  |
| 2. | Yorizal Putra, S.T., M.T.   | (Dosen Penguji II)  | 2.  |
| 3. | Jon Hafnil, S.T., M.T.      | (Dosen Penguji III) | 3.  |
| 4. | Elfania Bastian, S.T., M.T. | (Dosen Penguji IV)  | 4.  |

Mengetahui,

Ketua Program Studi

Teknik Sipil,



**HELGA YERMADONA, S.PD., M.T.**

NIDN.1013098502

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa : Yesi Ratna Sari

Tempat dan Tanggal Lahir : Koto Sawah, 01 September 1999

NIM : 181000222201150

Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bukittinggi, 05 September 2022

Yang



**YESI RATNA SARI**

**181000222201150**

## ABSTRAK

Bangunan gedung adalah wujud fisik dari pekerjaan konstruksi, konstruksi yang dirancang harusnya tahan terhadap beban angin, beban gempa, beban hidup dan beban sendiri. Tujuan perencanaan ini adalah untuk merencanakan struktur konstruksi yang aman terhadap gempa. Hal ini menjadi salah satu dasar bagi perencana untuk merencanakan Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam sebagai fasilitas fisik dalam belajar mengajar. Dari hasil analisis struktur menggunakan *software SAP2000 V.14* didapatkan untuk pelat lantai menggunakan baja  $f_y = 300 \text{ Mpa}$  dan mutu beton  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$ , tulangan pelat lantai dipakai arah  $x = \text{Ø}10 - 150$ , sedangkan arah  $y = \text{Ø}10 - 200$ . Perencanaan kolom memakai mutu baja  $f_y = 400 \text{ Mpa}$  dan mutu beton  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$  dengan ukuran kolom 1 =  $95\text{cm} \times 95\text{cm}$ , kolom 2 =  $70\text{cm} \times 70\text{cm}$ , kolom 3 =  $45\text{cm} \times 45\text{cm}$ . Sedangkan perencanaan balok menggunakan mutu baja  $f_y = 400 \text{ Mpa}$  dan mutu beton  $f_c' = 24,9 \text{ Mpa}$  dengan ukuran balok 1 =  $70\text{cm} \times 45\text{cm}$ , balok 2  $60\text{cm} \times 35\text{cm}$ , balok 3 =  $50\text{cm} \times 2\text{cm}$ , dan balok 4 =  $45\text{cm} \times 25\text{cm}$  serta pondasi yang digunakan adalah pondasi *bore pile*.

**Kata Kunci:** Gedung, konstruksi, struktur, *SAP2000 V14*



## ABSTRACT

*Buildings are a physical form of construction work, the designed construction must be resistant to wind loads, earthquake loads, live loads and self-loads. The purpose of this plan is to design a construction structure that is safe against earthquakes. This is one of the bases for planners to plan the Learning Building for Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai Sungai Pua, Agam Regency as a physical facility for teaching and learning. From the results of structural analysis using SAP2000 V.14 software, it is obtained for floor slabs using steel  $f_y = 300$  Mpa and concrete quality  $f_c' = 24.9$  MPa, floor slab reinforcement is used in the  $x = 10 - 150$  direction, while the  $y$  direction  $= 10 - 200$ . Column planning uses steel quality  $f_y = 400$  MPa and concrete quality  $f_c' = 24.9$  MPa with column size 1 =  $95\text{cm} \times 95\text{cm}$ , column 2 =  $70\text{cm} \times 70\text{cm}$ , column 3 =  $45\text{cm} \times 45\text{cm}$ . While the design of the beam using steel quality  $f_y = 400$  Mpa and concrete quality  $f_c' = 24.9$  Mpa with beam size 1 =  $70\text{cm} \times 45\text{cm}$ , beam 2  $60\text{cm} \times 35\text{cm}$ , beam 3 =  $50\text{cm} \times 2\text{cm}$ , and beam 4 =  $45\text{cm} \times 25\text{cm}$  and The foundation used is the bore pile foundation.*

*Keywords: Building, construction, structure, SAP2000 V14*



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT atas segala berkat yang telah diberikan-Nya, sehingga skripsi Penulis yang berjudul “PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG BELAJAR PONDOK PESANTREN DINIYAH LIMO JURAI SUNGAI PUA KABUPATEN AGAM” ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM Sumatera Barat).

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan, bantuan, dan doa dari berbagai pihak, skripsi ini tidak akan dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Oleh karena itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pengerjaan skripsi ini, yaitu kepada:

1. Orang tua, kakak serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa dan kasih sayang
2. Bapak **Masril, S.T, M.T** selaku Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat
3. Bapak **Haryadi, M.com** selaku Wakil Dekan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat
4. Ibu **Helga Yermadona, S.Pd, M.T** selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik UM Sumatera Barat
5. Ibu **Selva Dewi, S.T, M.T** selaku pembimbing akademik
6. Bapak **Masril,S.T, M.T** selaku dosen pembimbing I skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis
7. Bapak **Yorizal Putra,S.T, M.T** selaku dosen pembimbing II skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis
8. Bapak/Ibu Tenaga Pendidikan Fakultas Teknik UM Sumatera Barat
9. Semua pihak yang namanya tidak disebutkan namanya satu persatu

Akhir kata, penulis menyadari bahwa mungkin masih banyak terdapat banyak kekurangan dalam skripsi ini. Oleh karena itu, saran dari pembaca sangat bermanfaat bagi penulis. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang membacanya, khususnya bagi mahasiswa teknik sipil.

Bukittinggi, 27 Juni 2022

**Yesi Ratna Sari**





## DAFTAR ISI

<b>JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>i</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR NOTASI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan dan Manfaat .....	3
1.5. Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1. Tinjauan Umum .....	5
2.2. Struktur Atas .....	6
2.2.1. Kolom .....	6
2.2.2. Balok.....	11
2.2.3. Pelat Lantai .....	15
2.3. Struktur Bawah .....	20
2.3.1 Jenis-jenis Pondasi .....	21
2.3.2 Pondasi group.....	23
2.3.3 Kapasitas Pondasi Akibat Gaya Geser dan Moment .....	24
2.4. Material .....	25
2.4.1... Beton.....	25
2.4.2. Sifat dan Karakteristik Beton.....	26
2.4.3. Mutu Beton .....	26

2.4.4.	Baja Tulangan.....	27
2.4.4.1.	Sifat Fisik Baja Tulangan.....	27
2.4.4.2.	Tulangan Polos.....	29
2.4.4.3.	Tulangan Ulir.....	30
2.5.	Pembebanan.....	30
2.5.1	Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ).....	31
2.5.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ).....	33
2.5.3	Beban Gempa ( <i>Earthquake</i> ).....	35
2.5.4	Kombinasi Pembebanan.....	37
<b>BAB III METODE PENELITIAN.....</b>		<b>41</b>
3.1.	Lokasi Penelitian.....	41
3.2.	Data Penelitian.....	41
3.2.1.	Jenis dan Sumber Data.....	41
3.3.	Metode Penelitian.....	42
3.3.1	<i>Preliminary Design</i> .....	42
3.3.2	Pembebanan.....	42
3.3.3	Pemodelan dan Analisis Struktur.....	42
3.4.	<i>Flowchart</i> .....	44
<b>BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>45</b>
4.1.	Preliminary Desain Penampang.....	43
4.1.1.	Balok.....	43
4.1.2.	Pelat Lantai.....	55
4.1.3.	Kolom.....	61
4.2.	Pembebanan.....	70
4.2.1.	Beban Mati.....	70
4.2.2.	Beban Hidup.....	72
4.2.3.	Beban Gempa.....	74
4.3.	Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi <i>SAP2000</i> .....	78
4.3.1.	Menggambar Gird Bangunan.....	78
4.3.2.	Mendefenisikan Penampang Beton.....	78
4.3.3.	Input Beban Hidup, Mati dan Gempa.....	79
4.3.4.	Hasil <i>Running SAP200</i> .....	80

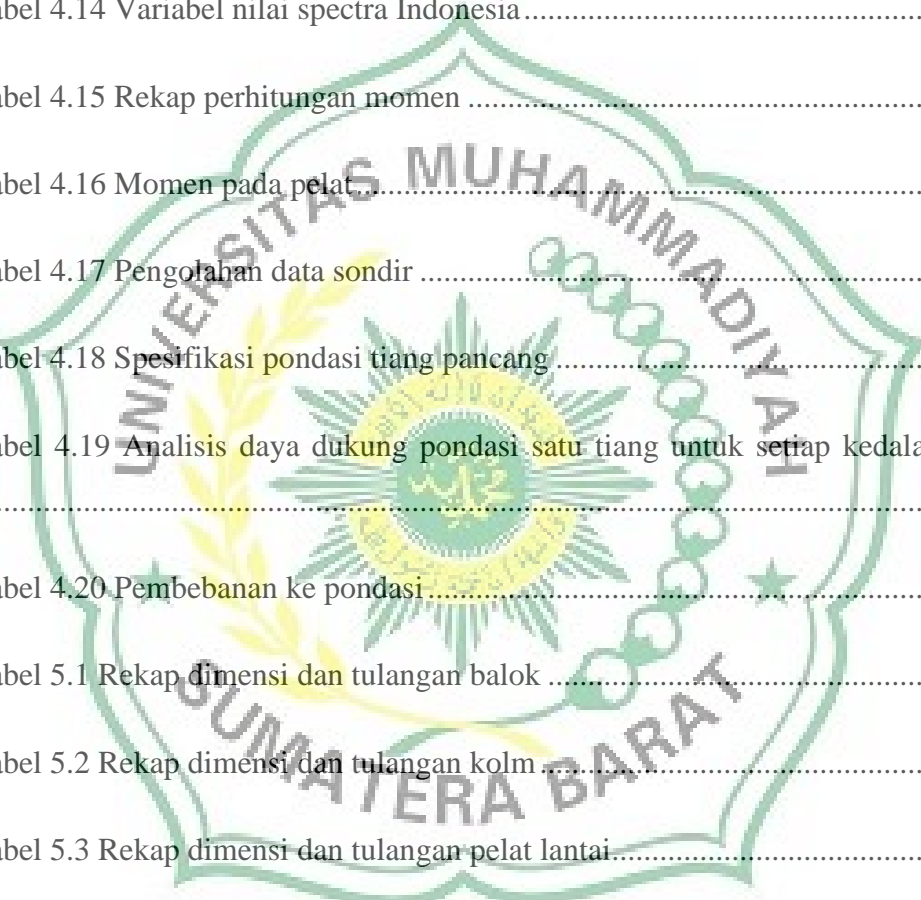
4.4.	Perhitungan Tulangan Lentur dan Geser Balok.....	82
4.5.	Analisis Desain Lentur dan Geser Balok .....	106
4.6.	Pembebnanan pada Pelat Lantai.....	115
4.7.	Analisis Data Sondir .....	119
4.7.1.	Kapasitas kekuatan pondasi .....	122
4.7.2.	Kapasitas aksial satu tiang .....	122
4.7.3.	Pemodelan Numerik Pondasi .....	122
4.7.4.	Pembebanan Pondasi.....	123
4.7.5.	Hasil Analisis .....	124
<b>BAB V PENUTUP.....</b>		<b>127</b>
5.1	Kesimpulan .....	127
5.2	Saran.....	128
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>		
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Contoh kapasitas momen pondasi tiang pancang .....	25
Tabel 2.1. Mutu Beton .....	27
Tabel 2.2. Mutu baja .....	28
Tabel 2.3. Baja Tulangan Polos .....	29
Tabel 2.4. Baja Tulangan Ulir.....	30
Tabel 2.5. Berat bahan bangunan .....	31
Tabel 2.6 berat komponen bangunan. ....	32
Tabel 2.7. Beban hidup pada lantai gedung .....	33
Tabel 2.8. Koefesien ( $\psi$ ) .....	35
Tabel 2.9. Percepatan Puncak Muka Tanah ( $A_0$ ) .....	36
Tabel 2.10. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa.....	37
Tabel 4.1 Data Prelim Balok induk 1 .....	44
Tabel 4.2 Tabel Minimum h .....	45
Tabel 4.3 Data Prelim Balok anak 1 .....	47
Tabel 4.4 Data Prelim Balok anak 2 .....	49
Tabel 4.5 Data Prelim Balok induk 2.....	52
Tabel 4.6 Pelat.....	59
Tabel 4.7 Prelim kolom lantai 5 .....	60
Tabel 4.8 Prelim kolom lantai 4.....	62

Tabel 4.9 Prelim kolom lantai 3 .....	63
Tabel 4.10 Prelim kolom lantai 2 .....	64
Tabel 4.11 Prelim kolom lantai 1 .....	66
Tabel 4.12 Prelim kolom basement 2 .....	68
Tabel 4.13 Prelim kolom basement 1 .....	69
Tabel 4.14 Variabel nilai spectra Indonesia .....	76
Tabel 4.15 Rekap perhitungan momen .....	80
Tabel 4.16 Momen pada pelat .....	115
Tabel 4.17 Pengolahan data sondir .....	119
Tabel 4.18 Spesifikasi pondasi tiang pancang .....	120
Tabel 4.19 Analisis daya dukung pondasi satu tiang untuk setiap kedalamannya .....	121
Tabel 4.20 Pembebanan ke pondasi .....	122
Tabel 5.1 Rekap dimensi dan tulangan balok .....	127
Tabel 5.2 Rekap dimensi dan tulangan kolom .....	127
Tabel 5.3 Rekap dimensi dan tulangan pelat lantai .....	127



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Jenis-jenis kolom.....	8
Gambar 2.2 Kolom biaxial.....	8
Gambar 2.3 Jenis pelat berdasarkan tumpuan .....	17
Gambar 2.3 Jenis plat berdasarkan perletakannya .....	18
Gambar 2.4 Jenis plat berdasarkan penulangannya .....	19
Gambar 2.5 Bentang Teoritis Monolit .....	20
Gambar 2.6 Bentang Teoritis Tidak Monolit .....	20
Gambar 2.7 Variasi nilai $\alpha$ pada tanah pasir .....	22
Gambar 2.8 Variasi nilai $\alpha$ pada tanah lempung.....	22
Gambar 2.9 <i>Group pile</i> .....	23
Gambar 2.10 Reaksi pondasi terhadap gaya geser dan moment.....	24
Gambar 2.11 Zona gempa Indonesia .....	34
Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian .....	40
Gambar 3.2 <i>Flowchart</i> .....	43
Gambar 4.1 Denah Balok.....	44
Gambar 4.2 Dimensi Balok .....	45
Gambar 4.3 Dimensi Pelat .....	56
Gambar 4.4 Pelat Tepi Konstruksi .....	57
Gambar 4.5 Pelat Lantai .....	59


Gambar 4.6 Grafik respon spektrum gempa .....	74
Gambar 4.7 Grid Gedung .....	78
Gambar 4.8 Input Penampang .....	79
Gambar 4.8 Beban Pada Pelat Lantai .....	80
Gambar 4.9 Beban Pada Balok .....	80
Gambar 4.10 Beban Gempa .....	81
Gambar 4.11 Hasil Running SAP 2000 .....	82
Gambar 4.12 Hasil Running SAP 2000 .....	68
Gambar 4.13 Diagram Interaksi Kolom 125 x 95 cm Pvs M .....	108
Gambar 4.14 Diagram Interaksi Kolom 95 x 95 cm Pvs M.....	112
Gambar 4.15 Diagram Interaksi Kolom 70 x 95 Pvs M .....	116
Gambar 4.16 Diagram Interaksi Kolom 45 x 95 Pvs M .....	116
Gambar 4.17 Momen Pada Pelat .....	122
Gambar 4.18 Detail penulangan balok 1 .....	125
Gambar 4.19 Detail penulangan balok 2 .....	126
Gambar 4.20 Detail penulangan balok 3 .....	127
Gambar 4.21 Detail penulangan balok 4 .....	128
Gambar 4.22 Detail penulangan kolom 1 .....	129
Gambar 4.23 Detail penulangan kolom 2 .....	130
Gambar 4.24 Detail penulangan kolom 3 .....	131
Gambar 4.25 Detail penulangan kolom 4 .....	132

Gambar 4.26 Detail Penulangan Lantai .....	118
Gambar 4.27 Pemodelan numerik pondasi group .....	121
Gambar 4.28 Diagram reaksi pondasi akibat beban .....	123
Gambar 4.29 Reaksi momen pondasi.....	124
Gambar 4.30 Defleksi pondasi.....	124





## DAFTAR NOTASI



$A_m$	=	Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa Maksimum pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
$A_o$	=	Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh gempa rencana. $A_p$ Luas penampang ujung tiang.
$A_r$	=	Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C
$A_s$	=	Luas tulangan tarik non-prategang, mm <sup>2</sup>
$A_s'$	=	Luas tulangan tekan, mm <sup>2</sup>
$A_{s_{min}}$	=	Luas minimum tulangan lentur, mm <sup>2</sup>
$A_{st}$	=	Luas total tulangan longitudinal (batang tulangan atau baja profil), mm <sup>2</sup>
$b$	=	Lebar muka tekan komponen struktur, mm
$B$	=	Lebar pondasi
$D$	=	Diameter Tulangan ulir
$DL$	=	Dead Load (beban mati)
$E_c$	=	Modulus elastisitas beton, MPa
$f_c'$	=	Kuat tekan beton, MPa
$F_i$	=	Beban gempa nominal statik ekuivalen.
$FK$	=	Faktor Keamanan ( <i>Safety Factor</i> )
$f_y$	=	Kuat leleh baja, MPa
$H$	=	Tinggi bangunan per lantai

H	=	Tinggi Total Bangunan
I	=	Faktor keutamaan gedung.
LL	=	Live Load (Beban Hidup)
Mu	=	Momen terfaktor pada penampang, N-mm
Ø	=	Diameter tulangan
Pu	=	Beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan $\leq \square P_n$
Qc	=	Nilai pada bacaan ujung konus
Q <sub>g(u)</sub>	=	Daya dukung ultimate group
Qp	=	Daya dukung <i>ultimate</i> ujung tiang
Qs	=	Daya dukung <i>ultimate</i> selimut beton
Qu	=	Daya dukung <i>ultimate</i> tiang
qD	=	Quantitas Beban Mati
qL	=	Quantitas Beban Hidup
R	=	Faktor Reduksi gempa
T	=	Waktu getar alami struktur.
V	=	Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat
Vu	=	Gaya geser terfaktor pada penampang, N
Wi	=	Berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai.
Wt	=	Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai
wu	=	Beban terfaktor per unit panjang dari balok atau per unit luas pelat
β	=	Faktor yang didefinisikan

- $\mu$  = Faktor daktilitas struktur gedung.
- $\pi$  = Nilai phi (3,14 atau 22/7)
- $\rho$  = Rasio tulangan tarik non-prategang
- $\rho'$  = Rasio tulangan tekan non-prategang
- $\Psi$  = Koefesien nilai untuk wilayah gempa



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Bangunan gedung adalah wujud fisik dari pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, baik sebagian atau seluruhnya berada di atas dan di dalam tanah. Dalam mendirikan sebuah bangunan banyak yang harus kita perhatikan, diantaranya masalah ketahanan dan keamanan konstruksi. Konstruksi yang dirancang harusnya tahan terhadap beban angin, beban gempa, beban hidup dan beban sendiri.

sejalan perkembangan ilmu pengetahuan dan pendidikan formal harus disertai dengan adanya sarana dan prasarana bangunan yang memadai. Untuk itu perlu peningkatan fasilitas sarana dan prasarana berupa penambahan gedung, renovasi ataupun pembangunan gedung baru. Salah satu lembaga pendidikan yang membutuhkan renovasi atau pembangunan gedung baru adalah Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai yang terletak di Sungai Pua Kabupaten Agam Sumatera Barat.

Sumatera Barat adalah daerah yang berada di jalur pertemuan dua buah lempeng, yaitu lempeng Indo-Australia dan lempeng Eurasia serta berada pada patahan Semangko. Hal ini menyebabkan besarnya kemungkinan terjadinya gempa di Sumatera Barat.

Menurut Eka T.Putranto (2009), gempa bumi adalah pelepasan energi secara tiba-tiba yang menimbulkan gerakan partikel yang menyebar ke segala arah, akibat pensesaran atau proses subduksi. Dengan mengacu pada gempa 6,2 SR pada 25 Februari 2022 yang berpusat di Pasaman Barat Sumatera Barat. Meskipun lokasi yang akan digunakan untuk pembangunan gedung yang direncanakan jauh dari pantai, tetapi tidak menutup kemungkinan bahwa gedung akan roboh ketika terjadi gempa.

Berdasarkan UBC (*Uniform Building Code*) 1997, tujuan desain bangunan tahan gempa adalah untuk meminimalisir terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan korban jiwa.

Berikut merupakan 3 tipe standar dari desain bangunan:

1. Ketika terjadi gempa kecil, tidak terjadi keruntuhan sama sekali
2. Ketika terjadi gempa sedang, diperbolehkan terjadinya kerusakan arsitektural, tetapi bukan kerusakan struktural
3. Ketika terjadi gempa kuat, diperbolehkan terjadinya kerusakan struktural dan non struktural, namun
4. kerusakan yang terjadi tidak menyebabkan bangunan runtuh.

Salah satu aplikasi yang bisa digunakan untuk menghitung struktur sebuah gedung adalah *software SAP2000*.

Untuk menciptakan bangunan yang aman perlu dilakukan perencanaan yang matang, sehingga penulis tertarik untuk mengangkat judul skripsi “**Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam**”. Perencanaan ini berbasis SNI 03-2847-2019 tentang persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung, SNI 03-1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung dan SNI 1727-2020 tentang beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah yang akan ditarik adalah:

1. Karena Sumatera Barat merupakan daerah yang sering mengalami gempa maka diperlukan perencanaan struktur gedung terhadap gempa.
2. Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai merupakan sebuah lembaga pendidikan yang membutuhkan gedung baru sebagai fasilitas fisik dalam belajar-mengajar.

## **1.3 Batasan Masalah**

1. Aspek-aspek yang akan direncanakan meliputi:
  - a. Dimensi dan perhitungan penulangan balok, kolom, pelat lantai
  - b. Dimensi pondasi.
2. Perhitungan beban gempa menggunakan analisis respon spektrum SNI 1726-2019

3. Perencanaan struktur bangunan gedung dengan bantuan *software* *SAP2000.V14*
4. Penulis hanya merencanakan struktur pada bangunan gedung, tidak mencakup pembiayaan dan MEP (*Mechanical Electrical Plumbing*)

## **1.4 Tujuan dan Manfaat**

### **1.4.1 Tujuan**

Tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk merencanakan struktur konstruksi yang aman terhadap gempa, dapat menentukan dimensi dan perhitungan penulangan pada kolom, balok, pelat lantai serta dapat menentukan jenis pondasi yang dapat menahan gedung yang akan direncanakan.

### **1.4.2 Manfaat**

Manfaat penulisan skripsi ini adalah:

1. Menjadikan sarana bagi penulis untuk menuangkan ilmu yang telah didapat selama di bangku kuliah.
2. Dapat dipakai sebagai referensi untuk pembangunan gedung tahan gempa terutama Kabupaten Agam, Bukittinggi dan sekitarnya.
3. Pembaca mendapat bahan bacaan berupa laporan perhitungan struktur perencanaan gedung belajar Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam.
4. Penulis memenuhi syarat kelulusan Sarjana Teknik

## **1.1 Sistematika Penulisan**

Sistematika yang digunakan penulis adalah sebagai berikut:

### **BAB I: PENDAHULUAN**

pada bab ini penulis akan membahas latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat serta sistematika penulisan yang digunakan.

**BAB II: TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini akan dibahas pengertian umum tentang perhitungan struktur gedung, gambaran secara umum, data-data umum proyek yang menampilkan lokasi proyek.

**BAB III: METODE PENELITIAN**

Pada bab ini akan membahas metode pengumpulan data dan penampilan *flowchart* penyusunan skripsi.

**BAB IV: ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini menampilkan perhitungan struktur dan hasil perhitungan struktur yang direncanakan.

**BAB V: PENUTUP**

Pada bab ini penulis menyajikan uraian jawaban dari rumusan masalah dan saran.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan Umum

Suatu bangunan bertingkat memiliki tantangan sendiri dalam desain untuk pembangunan strukturnya. Semakin tinggi suatu bangunan, maka beban gaya lateral yang akan terjadi semakin besar, oleh karena itu dalam perancangan struktur bangunan harus tepat dan teliti demi dapat memenuhi kriteria kekuatan (*strenght*), kenyamanan (*serviceability*), keselamatan (*safety*) dan umur bangunan.

Kondisi negara Indonesia, yang terletak di antara empat lempeng benua “merupakan daerah rawan gempa”, struktur bisa jadi mengalami pergerakan vertikal maupun secara lateral. Namun struktur bangunan pada umumnya memiliki faktor keamanan yang cukup dalam menahan gaya vertikal dibandingkan dengan gaya lateral. Gaya gempa lateral langsung bekerja pada daerah-daerah elemen strukturnya tidak kuat yang dapat menyebabkan keruntuhan.

Berdasarkan UBC (*Uniform Building Code*) Tujuan desain bangunan tahan gempa adalah untuk meminimalisir terjadinya kegagalan struktur dan kehilangan korban jiwa, dengan tiga kriteria standar sebagai berikut:

1. Ketika terjadi gempa kecil, tidak terjadi keruntuhan sama sekali
2. Ketika terjadi gempa sedang, diperbolehkan terjadinya kerusakan arsitektural tetapi bukan merupakan kerusakan struktur
3. Ketika terjadi gempa kuat, diperbolehkan terjadinya kerusakan struktural dan non struktur, namun kerusakan yang terjadi tidak sampai menyebabkan bangunan runtuh.

Menurut SNI 1726:2012, struktur bangunan gedung terdiri dari struktur atas (*upper structure*) dan struktur bawah (*lower structure*). Struktur atas adalah bagian dari struktur gedung yang berada di atas muka tanah, dan struktur bawah adalah struktur yang berada di bawah muka tanah.



## 2.2 Struktur Atas

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah. Struktur itu terdiri dari kolom, balok, pelat lantai, dinding geser dan tangga. Masing-masingnya mempunyai fungsi yang sangat penting. Gedung belajar Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai ini terdiri dari: 2 Basement dan 5 lantai fungsi gedung lainnya.

Struktur atas yang dibahas meliputi :

1. Kolom
2. Balok
3. Pelat lantai

### 2.2.1 Kolom

Kolom merupakan bagian vertikal dari struktur rangka bangunan yang menempati posisi terpenting dalam keseluruhan sistem struktur bangunan gedung yang menerima beban tekan dan lentur. Kolom meneruskan beban-beban dari elevasi yang lebih bawah hingga akhirnya sampai ke tanah melalui pondasi (Nawy, 1998).

SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak 3x dimensi lateral terkecil.

Keruntuhan pada kolom struktural merupakan suatu hal yang harus diperhatikan baik secara ekonomis maupun di segi keselamatan jiwa manusia. Karena itu, di dalam merencanakan kolom perlu lebih hati-hati dengan cara memberikan faktor keamanan yang lebih besar dari pada elemen struktur lainnya seperti balok dan pelat, terlebih lagi keruntuhan tekan yang terjadi pada kolom tidak memberikan peringatan awal yang cukup jelas.

#### 1. Fungsi Kolom

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan

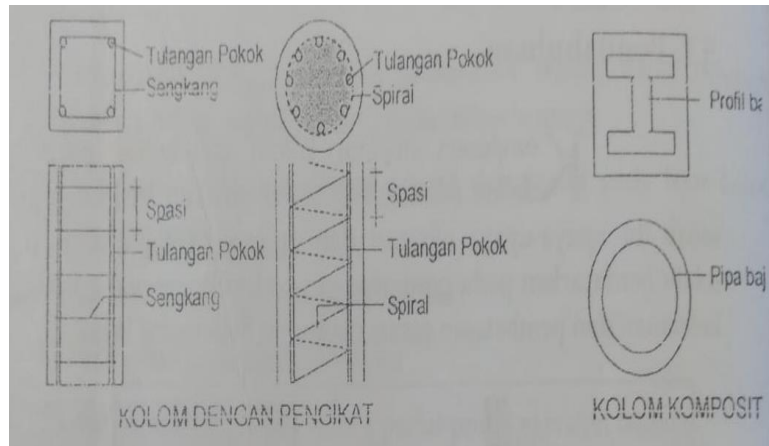
beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. Kolom berfungsi sangat penting, agar bangunan tidak mudah roboh. Beban sebuah bangunan dimulai dari atap. Beban atap akan meneruskan beban yang diterimanya ke kolom. Seluruh beban yang diterima kolom didistribusikan ke permukaan tanah di bawahnya. Struktur dalam kolom dibuat dari besi dan beton. Keduanya merupakan gabungan antara material yang tahan yang tahan tarikan dan tekanan. Besi adalah material yang tahan tarikan, sedangkan beton material yang tahan tekanan. Gabungan material ini dalam struktur beton memungkinkan kolom atau bagian struktural lain seperti sloof dan balok bisa menahan gaya tekan dan gaya tarik pada bangunan.

## 2. Jenis-jenis Kolom

Kolom dapat diklasifikasi berdasarkan bentuk dan susunan tulangnya, posisi beban yang bekerja pada penampang dan panjang kolom yang berkaitan dengan dimensi penampang.

Menurut istimawan dipohusodo ada tiga jenis kolom beton bertulang, berdasarkan bentuk dan macam penulangan yang dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu :

- a. Kolom segi empat atau bujur sangkar dengan tulangan memanjang dan sengkang
- b. Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan sengkang berbentuk spiral
- c. Kolom komposit yaitu gabungan antara beton dan profil baja sebagai pengganti tulangan didalamnya.



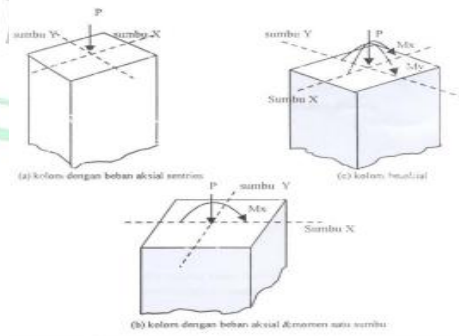
Gambar 2.1. Jenis-jenis kolom

Sumber: Struktur Beton Bertulang Bangunan Gedung (2009)

Kolom bersengkang merupakan jenis kolom yang paling banyak digunakan karena pengerjaan yang mudah dan murah dalam pembuatannya. Walaupun demikian kolom segi empat maupun kolom bundar dengan penulangan spiral kadang-kadang digunakan juga, terutama untuk kolom yang memerlukan daktilitas cukup tinggi untuk daerah rawan gempa.

Berdasarkan posisi beban terhadap penampang, dapat dibedakan menjadi 3 jenis kolom, yaitu :

- a. Kolom dengan beban sentris
- b. Kolom dengan beban aksial dan momen satu sumbu
- c. Kolom biaxial (momen bekerja pada sumbu x dan sumbu y)



Gambar 2.2. Kolom biaxial

Sumber: Struktur Beton Bertulang Bangunan Gedung (2009)

Pembagian tulangan pada kolom berpenampang persegi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

- a. Tulangan dipasang simetris pada dua sisi penampang, tegak lurus terhadap arah lentur dan  $A_s = A'_s = 0,5 A_{st}$
- b. Tulangan dibagi sama rata pada sisi penampang dengan

$$A_s = A'_s = A_{st} = 0,25 A_{st}$$

Penggunaan grafik terutama disarankan untuk penulangan pada seluruh sisi kolom dengan eksentrisitas yang pendek, berarti beban aksial relatif besar dan momen relatif kecil.

Pada sumbu vertikal dapat ditentukan menggunakan persamaan dibawah ini :

$$\frac{P_U}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c} \tag{2.1}$$

Keterangan:

$P_U$  = Gaya Aksial terfaktor kolom

$A_{gr}$  = Luas bruto penampang

$r$  = Besaran kedua sumbu

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

$f_c$  = Kuat tekan beton (MPa)

Pada sumbu horizontal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

$$\frac{P_U}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_c} \left( \frac{e_t}{h} \right) \tag{2.2}$$

Keterangan:

$e_t$  = Eksentrisitas gaya terhadap sumbu

$h$  = Tebal atau tinggi total komponen

Dalam et telah dihitung eksentris yang dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

$$e = \frac{M_U}{h} \tag{2.3}$$

Keterangan:

$e$  = Eksentrisitas

$M_U$  = Momen terfaktor

$h$  = Tebal atau tinggi total komponen

Besaran kedua sumbu dihitung dan tentukan, kemudian nilai suatu  $r$  dapat dibaca. Penulangan yang diperlukan adalah  $\beta_r$  dengan  $\beta$  yang bergantung pada mutu beton. Untuk kolom diperkenankan menganggap faktor reduksi kekuatan  $\phi = 0,65$  sedangkan untuk harga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$P_u < 0,10 A_g r f_c \quad (2.4)$$

Untuk menentukan dengan sengkang sebagai pengikatnya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\phi = 0,80 - \frac{0,20\phi P_n}{0,1f'_c A_g} = 0,65 \quad (2.5)$$

Keterangan:

$P_n$  = Gaya aksial nominal

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

$$P_n = \frac{A_s f_y}{\frac{e}{(d - d')} + 0,5} + \frac{b h f_c}{\frac{3he}{d^2} + 1,18} \quad (2.6)$$

Keterangan:

$A_s$  = Luas tulangan persisi

$f_y$  = Mutu baja

$d$  = Tinggi kolom dikurangi asumsi selimut beton

$d'$  = Asumsi selimut beton

$b = h$  = Lebar dan tinggi kolom

Dengan menggunakan baja tulangan yang sudah ditentukan dan jarak sengkang ditentukan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut ini :

- a. 16 kali diameter tulangan pokok memanjang
- b. 48 kali diameter tulangan sengkang
- c. Dimensi terkecil kolom

### 2.2.2 Balok

Balok adalah bagian dari struktur yang berfungsi sebagai penyalur momen menuju struktur kolom. Balok dikenal sebagai elemen lentur, yaitu elemen struktur yang dominan memikul gaya dalam berupa momen dan gaya lentur dan gaya geser.

#### 1. Fungsi balok

- a. Meneruskan beban dinding ke kolom
- b. Sebagai pengikat kolom
- c. Menambah kekuatan lentur pelat
- d. Menambah kekuatan horizontal pada struktur

#### 2. Jenis-jenis Balok

Beberapa jenis balok antara lain :

- a. Balok sederhana bertumpu pada kolom di ujung-ujungnya, dengan satu ujung bebas berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai dari semua reaksi, pergeseran dan momen untuk balok sederhana tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.
- b. Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada ujung satu tetap.
- c. Balok teritisan adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.
- d. Balok dengan ujung-ujung tetap (dikaitkan kuat)
- e. Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang teritisan dari dua dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol.
- f. Balok kontinu memanjang secara menerus untuk menghasilkan kekakuan yang lebih besar dan momen yang lebih kecil dari serangkain balok tidak menerus dengan panjang dan beban yang sama

### 3. Perencanaan Tulangan pada Balok

#### a. Momen

Perhitungan momen dan gaya aksial pada balok dan kolom diselesaikan menggunakan program SAP 2000.

#### b. Luas tulangan ( $A_s$ )

1.) Mengubah beban atau momen yang bekerja menjadi beban rencana ( $W_u$ ) atau momen rencana ( $M_u$ ) termasuk berat sendiri.

2.) Berdasarkan  $h$  maka diketahui,  $d$  dengan menggunakan hubungan  $d=h-80 \text{ mm}$ , dan kemudian hitunglah  $k$  yang diperlukan memakai persamaan berikut ini :

$$K = \frac{M_u}{\phi b d^2} \quad (2.7)$$

Keterangan:

$K$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

$M_u$  = Momen terfaktor

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

$b$  = Lebar (m)

$d$  = Tinggi efektif (m)

3.) Menentukan rasio penulangan berdasarkan tabel luas penampang tulangan baja

4.) Menghitung  $A_s$  yang diperlukan dengan persamaan berikut ini :

$$A_s = p b d \quad (2.8)$$

Keterangan:

$A_s$  = Luas tulangan persisi

$p$  = Selimut beton

$b$  = lebar balok

$d$  = Tinggi efektif penampang balok

#### c. Merencanakan dimensi penampang dan $A_s$

- 1.) Memilih rasio penulangan yang diperlukan berdasarkan berdasarkan tabell, kecuali bila dimensi balok terlalu kecil atau memang dikehendaki pengurangan penulangannya yang dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut ini :

$$P_{min} \leq p \leq p_{max} \quad (2.9)$$

Keterangan:

$P_{min}$  = Rasio tulangan minimum

$P_{max}$  = Rasio tulangan maksimum

- 2.) Memperkirakan  $b$  dan kemudian menghitung  $d$  yang diperlukan menggunakan persamaan berikut ini :

$$d_{perlu} = \sqrt{\frac{M_u}{\phi b k}} \quad (2.10)$$

Keterangan:

$d$  = Tinggi efektif penampang balok

$M_u$  = Momen terfaktor

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

d. Perencanaan tulangan geser

- 1.) Untuk komponen-komponen struktur menahan geser dan lentur, persamaan 13.3-1 SK SNI 03-2847-2002 memberikan kapasitas kemampuan beton untuk menahan gaya geser  $V_c$  yang dapat ditentukan dengan:

$$V_c = \left( \sqrt{\frac{f_u}{6}} \right) b_w d \quad (2.11)$$

Keterangan:

$V_c$  = Kuat geser nominal

$F_u$  = Tegangan tarik

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} \quad (2.12)$$



Keterangan:

$V_s$  = Kuat geser nominal

$V_u$  = Gaya geser terfaktor

- 2.) Berdasarkan SNI 03-2847-2002 pasal 11.3.3 koefisien reduksi ( $\phi$ ) = 0,75 dengan ( $M_u$ ) adalah momen terfaktor yang terjadi bersamaan dengan gaya geser terfaktor maksimum  $V_u$  pada penampang kritis, sedangkan batas atas faktor pengali dan  $V_c$  yang dapat ditentukan dengan persamaan berikut ini:

$$\frac{V_u}{M_u} \leq 1,0 \quad (2.13)$$

Keterangan:

$V_u$  = Gaya geser terfaktor

$M_u$  = Momen terfaktor

$$V_c \leq (0,30 \sqrt{f'c}) b_w d \quad (2.14)$$

Keterangan:

$V_c$  = Gaya geser nominal

$f'c$  = Kuat tekan beton

- 3.) Untuk sengkang yang tegak lurus terhadap sumbu aksial komponen struktur maka dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut :

$$A_s = \frac{A_s f_y d}{s} \quad (2.15)$$

Keterangan:

$A_s$  = Luas tulangan tarik

$f_y$  = Tegangan leleh baja

$S$  = Spasi tulangan geser

### 2.2.3 Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak diatas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan.

Pelat lantai merupakan elemen struktur yang menerima beban pertama kali sebelum terdistribusi ke elemen struktur yang lain.

Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh:

1. Besar lentur yang diinginkan
2. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung
3. Bahan material konstruksi dan pelat lantai

Pelat lantai harus direncanakan, kaku, rata, lurus dan *waterpass* (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), pelat lantai dapat diberikan sedikit kemiringan untuk kepentingan air. Pada pelat lantai merupakan beton bertulang yang diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat menggunakan kawat berderet serta tidak menempel pada pelat baik bagian bawah maupun bagian atas.

#### 1. Fungsi Pelat Lantai

Adapun fungsi pelat lantai adalah sebagai berikut:

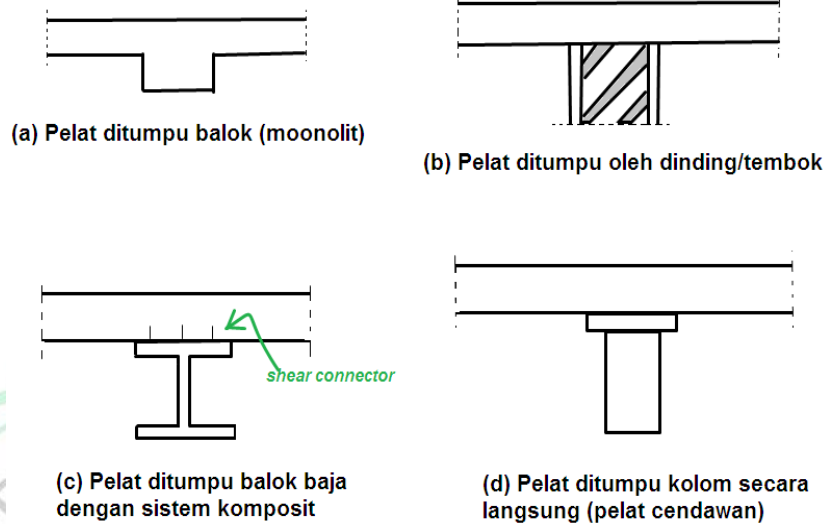
- a. Sebagai pemisah ruang bawah dan ruang atas
  - b. Sebagai tempat berpijak penghuni di atas lantai atas
  - c. Untuk menempelkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah
  - d. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah
  - e. Menahan/memikul beban yang bekerja di atasnya
2. Jenis-jenis Pelat Lantai

Adapun berbagai jenis pelat berdasarkan tumpuan Peletakan nya dan sistem penulangannya.

Jenis-jenis pelat berdasarkan tumpuannya adalah :

- a. Monolit, yaitu pelat dengan balok cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan

- b. Ditumpu dinding-dinding 0 tembok bangunan
- c. Didukung oleh balok-balok baja dengan sistem komposit
- d. Didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan pelat cendawan.



Gambar 2.3. Jenis pelat berdasarkan tumpuan

Sumber: Bagas Hermawan 1/ beton bertulang

Jenis-jenis pelat lantai berdasarkan peletakannya adalah:

- a. Terletak bebas

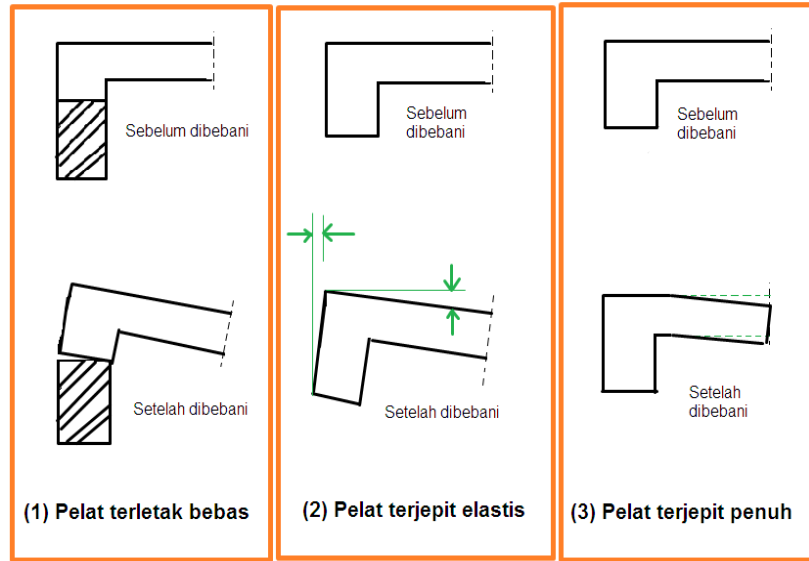
Jika pelat diletakkan begitu saja diatas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.

- b. Terjepit elastis

Jika pelat dan balok dicor bersama-sama secara monolit, tetapi ukuran balok cukup kecil sehingga balok cukup kecil sehingga balok tidak cukup kuat untuk mencegah terjadinya rotasi

- c. Terjepit penuh

Jika pelat dan balok dan dicor bersama-sama secara monolit, dan ukuran balok cukup besar sehingga mampu untuk mencegah terjadinya rotasi pelat



Gambar 2.4 Jenis pelat berdasarkan peletakannya

Sumber: Bagas Hermawan 1 / Beton Bertulang

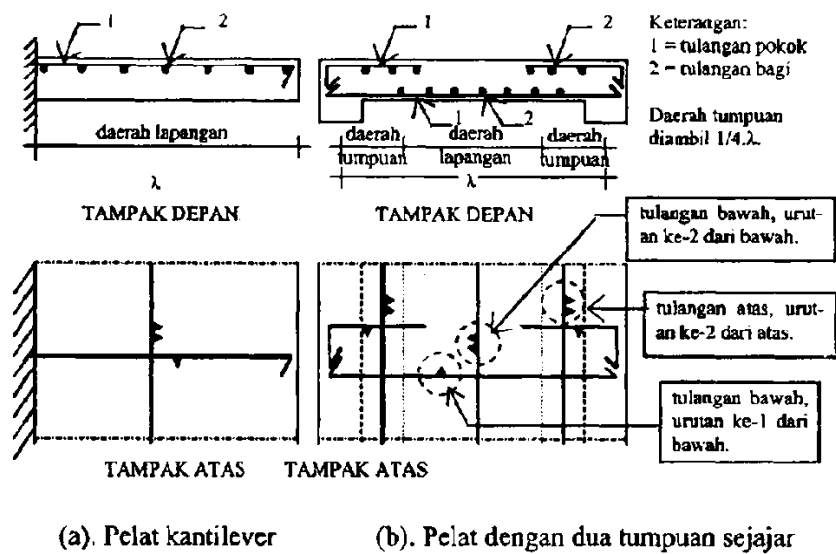
Jenis-jenis pelat lantai berdasarkan sistem penulangan adalah:

a. Penulangan pelat satu arah (*one way slab*)

Konstruksi pelat satu arah dengan tulangan pokok satu arah ini akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat kantilever (*luifel*) dan pelat yang ditumpu oleh dua tumpuan sejajar.

b. Penulangan pelat dua arah (*two way slab*)

Konstruksi pelat lantai dua arah dengan tulangan pokok dua arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. Pada tinjauan pelat lantai ini sistem penulangan pelat yang dipakai adalah pelat dua arah. Contoh pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar seperti pada proyek pembangunan gedung pelayanan keperawatan gigi poltekkes kemenkes padang.



Gambar 2.5. Jenis pelat berdasarkan peulangannya

Sumber: Bagas Hermawan 1 / Beton Bertulang

### 3. Perencanaan Pelat Lantai

Pelat lantai direncanakan berdasarkan persyaratan ketebalan minimum dengan bantuan tebal minimum  $h$  dan ditambah dengan hasil dari faktor pengali bila memakai beton yang lain dari  $f_y = 400$  Mpa (Vis-Kusuma, 1993) yaitu sesuai dengan persamaan berikut :

$$0,4 + \frac{f_y}{700} \quad (2.16)$$

Dalam perhitungan persamaan pelat beton bertulang digunakan pengertian bentang teoritis yang dinyatakan dengan  $l$ . Nilai ini dianggap sama dengan bentang bersih  $L$  antara kedua bidang permukaan tumpuan ditambah dengan setengah panjang peletakannya  $\alpha$  pada setiap ujung. Bola lebar balok lebih dari dua kali tebal keseluruhan pelat, dianggap  $l = L + 100$  (seperti gambar 2.5). jika peletakannya pelat beton bertulang dibuat dari bahan yang lain dengan beton bertulang, sesuai ketentuan untuk bentang  $l = 1 + h$  dengan  $L$  adalah bentang bersih dan  $h$  tebal total pelat. Apabila  $(L+h)$  lebih besar dari jarak pusat ke pusat tumpuan, maka

1 boleh diambil jarak ke pusat tersebut seperti tampak pada gambar (2.6)

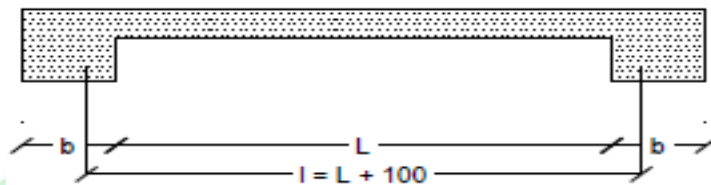
Dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$I = L + ( 2 \times \frac{1}{2} b ) \quad (2.17)$$

Keterangan:

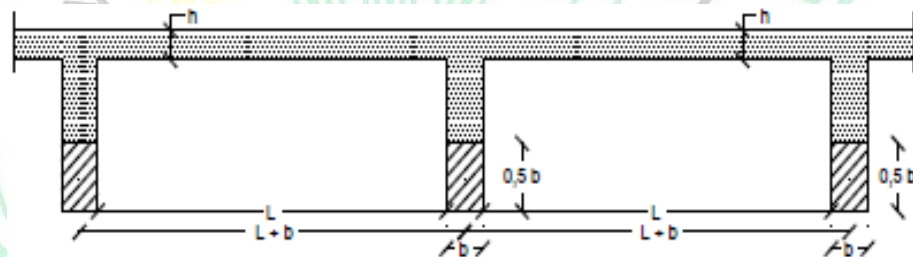
$L$  = Panjang bentang

$B$  = Lebar daerah komponen



Gambar 2.6. bentang teoritis monolit

Sumber: Vis-Kusuma (1993)



Gambar 2.7. bentang teoritis tidak monolit

Sumber: Vis-Kusuma (1993)

Dengan memperkirakan batang tulangan yang akan dipakai sebagai tulangan yang akan dipakai sebagai tulangan tarik pokok dan selimut beton berdasarkan tebal minimum penutup beton pada tulangan terukur dalam mm “Vis-Kusuma, 1993) maka nilai  $d$  dapat ditentukan dengan menentukan persamaan sebagai berikut :

$$d = h - p - \frac{1}{2} \phi p \quad (2.18)$$

Keterangan:

$d$  = Tebal selimut beton

$h$  = Tinggi pelat

$p$  = Beban terpusat

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

Perencanaan penggunaan  $M_u = M_r$  sebagai limit (batas) dengan  $M_r = \phi b d^2 k$  maka dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$K_{\text{perlu}} = \frac{M_u}{\phi b d^2} \quad (2.19)$$

Keterangan:

$K$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

$M_u$  = Momen (kn mm)

$\phi$  = 0,8

Dengan menggunakan persamaan tersebut dapat dihitung rasio baja  $\rho$  yang diperlukan, dan dengan demikian dapat dihitung  $A_s$  yang diperlukan yaitu menggunakan persamaan sebagai berikut

$$A_s = \rho_{\text{min}} b d \cdot 10^6 \quad (2.20)$$

Keterangan:

$A_s$  = Rasio tulangan

$\rho_{\text{min}}$  = Rasio tulangan minimum

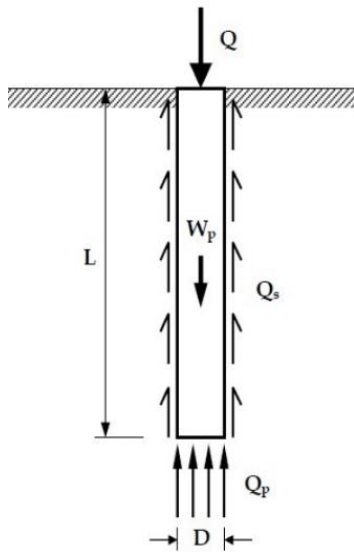
$b$  = Lebar (mm)

## 2.3 Struktur Bawah

### 2.3.1. Daya Dukung Pondasi dengan Data Sondir

Kriteria desain yang diinginkan adalah sesuai dengan persyaratan SNI 8460:2017.

1. Pondasi harus kuat menahan gaya aksial dari struktur bangunan
2. Pondasi harus kuat terhadap momen
3. Pondasi harus kuat terhadap geser, defleksi pondasi yang diijinkan yaitu sebesar 25 mm



Berdasarkan gambar disamping, Daya dukung ultimate ( $Q_{ult}$ ) satu tiang dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$Q_{ult} = Q_S + Q_P = (\sum q_s \cdot p \cdot L) + (q_p \cdot A)$$

Dimana:

$Q_S$  = daya dukung sisi (shaft) (kN)

$Q_P$  = daya dukung ujung (point) (kN)

$q_s$  = daya dukung sisi ( $\text{kN/m}^2$ )

$q_p$  = daya dukung ujung ( $\text{kN/m}^2$ )

$p$  = keliling tiang (m)

$A$  = luas permukaan tiang ( $\text{m}^2$ )

$L$  = panjang tiang (m)

Untuk mengetahui kapasitas aksial (allowable) pondasi satu tiang, dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{SF}$$

Dimana:

$SF$  = faktor keamanan = minimum 2.5 (SNI 8460:2017)

$Q_{ult}$  = daya dukung ultimate.

Berdasarkan Nottingham dan Schmertmann (1975), daya dukung sisi pondasi pada tanah pasir (non-cohesive) dan tanah lempung (cohesive) dapat dihitung dengan cara berikut ini:

$$Q_S = \sum p \cdot L \cdot \alpha \cdot q_f$$

Dimana:

$p$  = keliling permukaan tiang

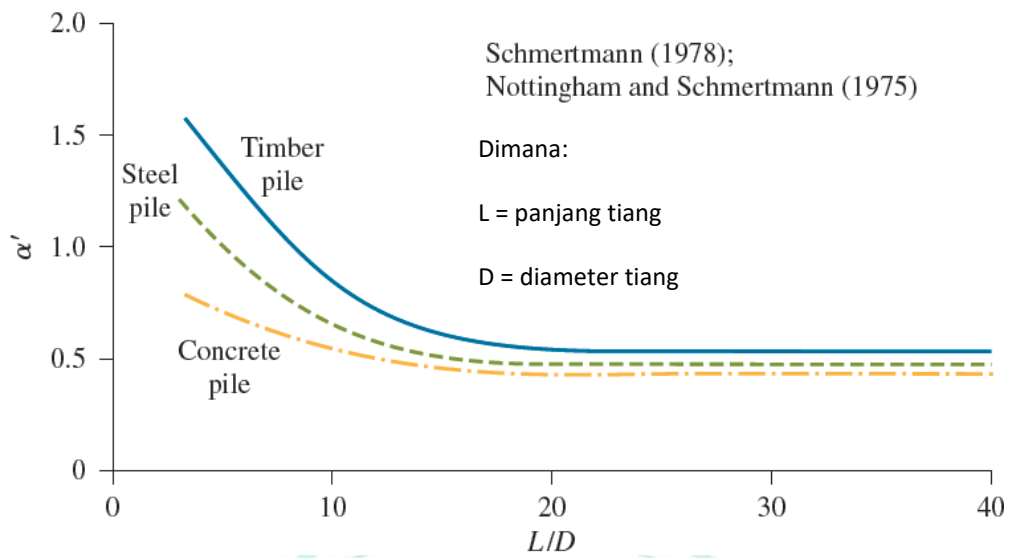
$L$  = panjang tiang

$q_f$  = tahanan sisi pada pengujian CPT

$\alpha$  = a dimensionless faktor.

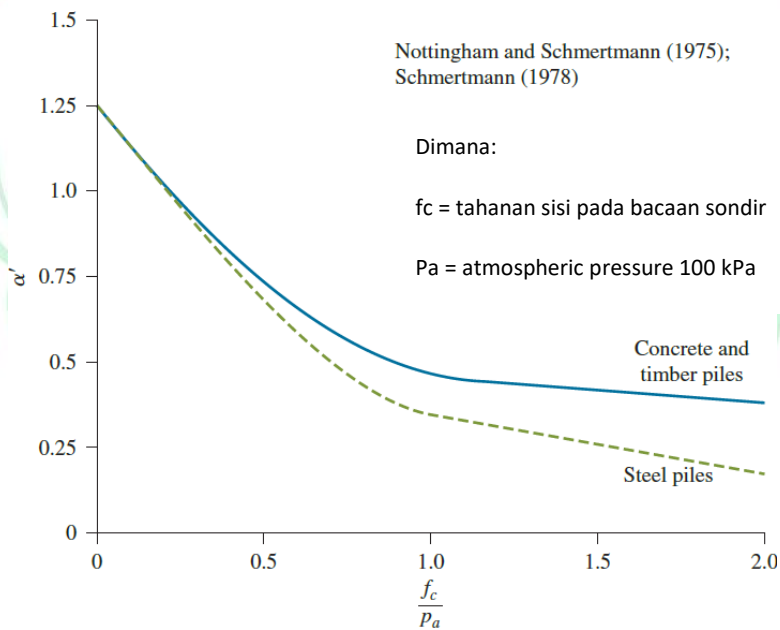
Berikut ini adalah grafik variasi nilai  $\alpha$  pada tanah non cohesive (sand) dengan  $L/D$  untuk sondir elektrik dan sondir mekanik.





Gambar 2.7 Variasi nilai  $\alpha$  pada tanah pasir

Pada tanah cohesive (lempung), Nottingham dan Schmertmann (1975) membuat grafik variasi nilai  $\alpha$  sebagai berikut.



Gambar 2.8 Variasi nilai  $\alpha$  pada tanah lempung

Meyerhof (1956) menyarankan untuk menghitung daya dukung ujung pada tanah pasir dan lempung menggunakan persamaan berikut.

$$Q_p = q_c \cdot A$$

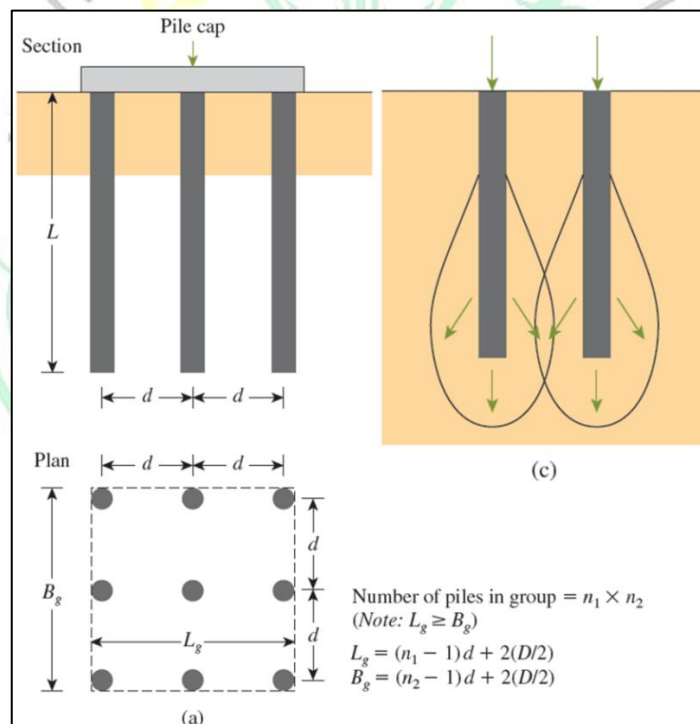
Dimana:

$q_c$  = nilai pada bacaan ujung konus

$A$  = luas permukaan pondasi.

### 2.3.2. Pondasi Group

Pondasi group terdiri dari beberapa pondasi (lebih dari satu) yang di proyeksikan menjadi satu unit kesatuan untuk menahan beban dari struktur atas dalam satu pile cap. Ketika tiang ditempatkan berdekatan satu sama lain, tegangan yang ditransmisikan ketanah akan menjadi tumpang tindih (overlap), dengan demikian daya dukung tiang akan menjadi tereduksi (gambar c). Idealnya tiang harus diberi jarak sehingga daya dukung kelompok tersebut tidak kurang dari jumlah daya dukung masing masing tiang. Jarak tiang yang ideal dari center tiang ke center tiang lainnya adalah  $2.5 D$  sampai  $5D$ .



Gambar 2.9 Group Pile

Hance mengeluarkan formula untuk menentukan efisiensi group dan daya dukung group sebagai berikut.

$$Q_{g(u)} = \eta \cdot \Sigma Q_u = \left( \frac{2(n_1 + n_2 - 2)d + 4D}{Pn_1n_2} \right) \Sigma Q_u$$

Dimana:

$Q_{g(u)}$  = daya dukung ultimate group

$\eta$  = efisiensi

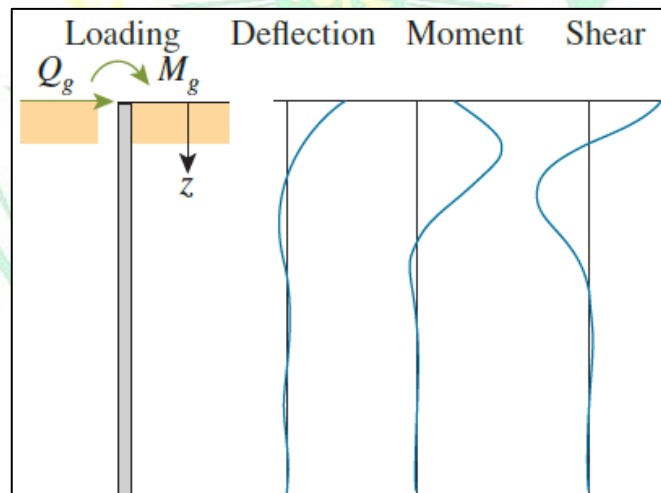
$Q_u$  = daya dukung ultimate satu tiang

$n_1, n_2$  = jumlah pondasi arah longitudinal dan transversal

$p$  = keliling pondasi

### 2.3.3. Kapasitas Pondasi Akibat Gaya Geser dan Moment

Reaksi pondasi terhadap pembebanan (geser dan momen), harus kecil dari kapasitas pondasi. Reaksi pondasi terhadap gaya geser yaitu berupa defleksi tiang. Defleksi tiang yang diizinkan maksimal sebesar 25 mm (SNI 8460:2017).



Gambar 2.10 Reaksi pondasi terhadap gaya geser dan moment

Kapasitas momen pondasi tiang pancang didapatkan dari pabrikan pondasi yang sudah dilakukan pre tension. Berikut ini adalah salah satu contoh tabel kapasitas pondasi dari pabrikan.

Tabel 2.2 Contoh kapasitas momen pondasi tiang pancang

Diameter	Tebal	Class	Momen		Allowable Axial load
			Crack	Ultimate	
mm	mm		ton.m	ton.m	ton
600	100	A1	17	25.5	252.7
		A2	19	28.5	249.0
		A3	22	33	243.2
		B	25	45	238.3
		C	29	58	229.4

### 2.3 Material

Di Indonesia material yang umum dipakai untuk konstruksi gedung adalah beton bertulang.

#### 2.4.1 Beton

Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen *Portland* atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar dan air, dengan atau tanpa bahan tambahan (*admixture*). Bahan-bahan dasar beton, yaitu:

1. Air
2. Semen *Portland*
3. Agregat (pasir dan kerikil)

#### 2.4.2 Sifat dan Karakteristik Beton

Sifat dan karakteristik beton antara lain sebagai berikut :

1. Beton mempunyai tegangan tekan yang tinggi
2. Sayangnya, tegangan tarik yang dimiliki oleh beton sangat rendah

3. Beton juga tidak bisa diterapkan pada konstruksi yang menahan momen lengkung
4. Jika dipaksakan memikul gaya tarik, beton akan mengalami keretakan
5. Kekuatan beton dipengaruhi oleh banyaknya air dan semen yang dipakai
6. Beton akan mencapai kekuatan penuh setelah berumur 28 hari
7. Beton merupakan material yang mudah didapatkan bisa dimanfaatkan untuk menahan beban tekan
8. Beton memiliki tingkat kekakuan yang tinggi
9. Beton mempunyai daya ketahanan yang baik terhadap api
10. Beton tidak terlalu membutuhkan perawatan yang intensif
11. Seiring berjalannya waktu, beton akan mengalami pengurangan volume akibat susut dan rangkai
12. Beton adalah bahan bangunan yang memiliki bobot termasuk berat
13. Struktur yang terbuat dari beton mampu bertahan hingga mencapai lebih dari 50 tahun
14. Pada masa perkerasan, beton rentan sekali mengalami keretakan
15. Tulangan baja yang ditanamkan dalam beton akan meningkatkan kekuatan tariknya.

### 2.4.3 Mutu Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan.

Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai kuat tekan beton menurut SNI adalah:

$$f'_c = \frac{P}{A} \quad (2.22)$$

Keterangan:

$f'_c$  = kuat tekan beton (MPa)

A = luas bidang dasar benda uji ( $mm^2$ )

P = beban tekan (N)

Tabel 2.3. Mutu Beton

Mutu Beton	$f'_c$	$f'_c(kg/cm^2)$
15	15	150
20	20	200
25	25	250
30	30	300
35	35	350

Sumber : PBI 1971 N.I.-2 ke SNI 03-2847-2002 Satuan dan Benda Uji Beton

#### 2.4.4 Baja Tulangan

Baja tulangan merupakan baja yang dipakai dalam konstruksi beton atau yang lebih dikenal konstruksi beton bertulang. Beton kuat terhadap tekan, Tetapi lemah terhadap tarik. Oleh karena itu, perlu tulangan untuk menahan gaya tarik.

##### 2.4.4.1 Sifat Fisik Baja Tulangan

Sifat fisik batang baja tulangan baja yang penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan leleh ( $f_y$ ) dan modulus elastisitas ( $E_s$ ).

Tegangan leleh baja ditentukan melalui prosedur pengujian standar sesuai SNI 0136-84. Tegangan leleh adalah tegangan baja pada saat meningkatkan baja tidak disertai lagi dengan peningkatan regangannya. Modulus elastisitas baja ditentukan berdasarkan kemiringan awal kurva tegangan-regangan di daerah elastis. Ketentuan SNI 03-2846-2002 menetapkan nilai  $E_s = 200.000$  Mpa.

Baja tulangan untuk konstruksi beton bertulang ada bermacam macam jenis dan mutu tergantung dari pabrik yang membuatnya. Ada dua jenis baja tulangan, tulangan polos (*Plain bar*) dan tulangan ulir (*Deformed bar*). Sebagian besar baja tulangan yang ada di Indonesia berupa tulangan

polos untuk baja lunak dan tulangan ulir untuk baja keras. Beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu tanpa mengalami keretakan. Oleh karena itu, agar beton dapat bekerja dengan baik dalam sistem struktur, beton perlu dibantu dengan memberinya perkuatan penulangan yang berfungsi menahan gaya tarik.

Penulangan beton menggunakan bahan baja yang memiliki sifat teknis yang kuat menahan gaya tarik. Baja beton yang digunakan dapat berupa batang baja lonjoran atau kawat rangkai las (*wire mesh*) yang berupa batang-batang baja yang dianyam dengan teknik pengelasan BJ berarti Baja

1. TP berarti Tulangan Polos
2. TD berarti Tulangan Deformasi (Ulir)

Angka yang terdapat pada kode tulangan menyatakan batas leleh karakteristik yang dijamin. Baja beton BJTP 24 dipasok sebagai baja beton polos, dan bentuk dari baja beton BJTD 40 adalah deform atau dipuntir.

Tabel 2.4. Mutu baja

Simbol mutu	Tegangan leleh Minimum (kN/cm <sup>2</sup> )	Kekuatan tarik Minimum (kN/cm <sup>2</sup> )	Perpanjangan Minimum (%)
BJTP – 24	24	39	18
BJTP – 30	30	49	14
BJTD – 30	30	49	14
BJTD – 35	35	50	18
BJTD – 40	40	57	16

Sumber : SNI Baja Tulangan Beton (2012)

SNI menggunakan simbol BJTP (Baja Tulangan Polos) dan BJTD (Baja Tulangan Ulir). Baja tulangan polos yang tersedia mulai dari mutu BJTP-24 hingga BJTP-30, dan baja tulangan ulir umumnya dari BJTD-30 hingga BJTD 40. Angka yang mengikuti simbol ini menyatakan tegangan leleh

karakteristik materialnya. Sebagai contoh BJTP-24 menyatakan baja tulangan polos dengan tegangan leleh material  $2400 \text{ kg/cm}^2$  (240 MPa). Secara umum berdasarkan SNI 03-2847-2002 tentang Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, baja tulangan yang digunakan harus tulangan ulir. Baja polos diperkenankan untuk tulangan spiral atau tendon. Di samping mutu baja beton BJTP 24 dan BJTD 40, mutu baja yang lain dapat juga spesial dipesan (misalnya BJTP 30). Guna menghindari kesalahan pada saat pemasangan, lokasi penyimpanan baja yang spesial dipesan itu perlu dipisahkan dari baja Bj.Tp 24 dan Bj.Td 40 yang umum dipakai. Sifat-sifat fisik baja beton dapat ditentukan melalui pengujian tarik. Sifat fisik tersebut adalah: kuat tarik ( $f_y$ ), batas luluh/leleh, regangan pada beban maksimal, modulus elastisitas (konstanta material), ( $E_s$ ).

#### 2.4.4.2 Tulangan Polos

Baja tulangan ini tersedia dalam beberapa diameter, tetapi karena ketentuan SNI hanya memperkenankan pemakaiannya untuk sengkang dan tulangan spiral, maka pemakaiannya terbatas.

Tabel 2.5. Baja Tulangan Polos

Diameter ( mm )	Berat ( kg / m )	Luas penampang ( $cm^2$ )
6	0,222	0,28
8	0,395	0,50
10	0,617	0,79
12	0,888	1,13
16	1,578	2,01

Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun (2012)



### 2.4.4.3 Tulangan Ulir

Tabel 2.6. Baja Tulangan Ulir

Diameter (mm)	Berat (kg/m)	Keliling (cm)	Luas penampang ( $cm^2$ )
10	0,617	3,14	0,785
13	1,04	4,08	1,33
16	1,58	5,02	2,01
19	2,23	5,96	2,84
22	2,98	6,91	3,80
25	3,85	7,85	4,91
32	6,31	10,05	8,04
36	7,99	11,30	10,20
40	9,87	12,56	12,60

Sumber : SNI Baja Tulangan Beton (2012)

Berdasarkan SNI, baja tulangan ulir lebih diutamakan pemakaiannya untuk batang tulangan struktur beton. Hal ini dimaksudkan agar struktur beton bertulang tersebut memiliki keandalan terhadap efek gempa, karena akan terdapat ikatan yang lebih baik antara beton dan tulangnya.

## 2.5 Pembebanan

Pembebanan dapat terjadi dari beban konstruksi itu sendiri yang disebut dengan beban mati, dan juga beban orang atau benda benda yang dapat dipindahkan yang bersifat tidak permanen disebut beban hidup, sedangkan yang terjadi akibat gempa disebut beban gempa. Apabila beban beban tersebut terjadi secara bersamaan maka akan ditemukan kombinasi pembebanan nya.

### 2.5.1 Beban Mati (*Dead Load*)

Menurut SNI 2013 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 termasuk berat keran. Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan gedung yang harus ditinjau dalam menentukan beban mati suatu gedung harus diambil dari tabel berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan PPPURG 1987

Tabel 2.7. Berat bahan bangunan

Bahan Bangunan	Kg/m <sup>3</sup>
Baja	7850
Batu alam	2600
Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500
Batu karang	700
Batu pecah	1450
Besi tuang	7250
Beton	2200
Beton bertulang	2400
Kayu	1000
Kerikil, Koral	1650
Pasangan bata merah	1700
Pasangan batu belah	2200
Pasangan batu cetak	2200
Pasangan batu karang	1450
Pasir (kering udara sampai lembab)	1600
Pasir (jenuh air)	1800
Pasir kerikil, koral	1850
Tanah, lempung, lanau (kering udara sampai lembab)	1700
Tanah, lempung, lanau (basah)	2000

Sumber : PPPURG (1987)

Tabel 2.8 berat komponen bangunan

Komponen Gedung	Kg/m <sup>2</sup>
Adukan per cm tebal:	
- dari semen	21
- dari kapur semen merah atau tras	17
Aspal per cm tebal	14
Dinding pasangan bata merah	
- satu batu	450
- setengah batu	250
Dinding pasangan batako	
Berlubang:	
- 20cm	200
- 10cm	120
Tanpa lubang	
- 15	300
- 10	200
Langit-langit dan dinding terdiri dari:	
- semen asbes	11
- kaca 3-5mm	10
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu tanpa langit-langit bentang maksimum 5m beban hidup 200 kg/m <sup>2</sup>	40
Penggantung langit-langit dari kayu	7
Penutup atap genting dengan reng dan usuk	50
Penutup atap seng gelombang	10
Penutup lantai dari ubin	24
Semen asbes gelombang	11

Sumber : PPPURG (1987)

### 2.5.2 Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup adalah beban yang diakibatkan oleh pengguna dan penghuni bangunan gedung atau struktur lain yang tidak termasuk beban konstruksi dan beban lingkungan, seperti beban angin, beban hujan, beban gempa, beban banjir, atau beban mati.

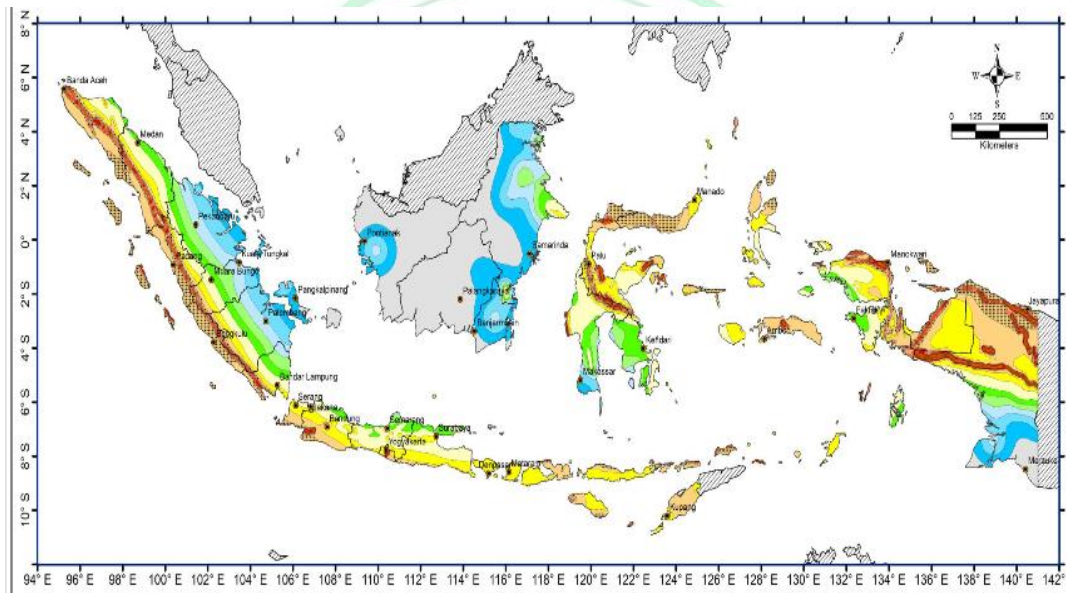
Tabel 2.9. Beban hidup pada lantai gedung

Jenis	Kg/m <sup>2</sup>
Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut dalam b	200
Lantai dan tangga sederhana rumah tinggal dan gudang yang tidak penting yang bukan untuk took, pabrik atau bengkel	125
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, rumah sakit	250
Lantai ruang olahraga	400
Lantai ruang dansa	500
Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain, daripada yang disebut dalam a sampai e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton	400
Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton berdiri	500
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam c	300
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam d,e,g	500
Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri	400
Lantai gedung parkir bertingkat	
- untuk lantai bawah	800
- untuk lantai tingkat lainnya	400
Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300

Sumber : PPPURG (1987)

### 2.5.3 Beban Gempa (*Earthquake*)

Beban gempa adalah semua beban *statis ekuivalen* yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari pergerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa di sini adalah gaya-gaya di dalam struktur tersebut yang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa itu. semua beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa (*PPIUG 1983*)



Gambar 2.11 zona gempalindonesia

Sumber: Spektra Indonesia (2021)

#### 1. Faktor Respon Gempa

Untuk menentukan harga Faktor Respon Gempa ( $C$ ), dapat dihitung menurut persamaan :

$$C = \psi \times A_0 \times I$$

Dimana :

$C$  = Faktor Respon Gempa

$\psi$  = Koefisien  $\psi$  untuk menghitung faktor respons gempa vertikal  $C$

$A_0$  = nilai dari Percepatan Puncak Muka Tanah

$I$  = Faktor Keutamaan gedung

Koefisien  $\psi$  bergantung pada wilayah gempa tempat struktur gedung itu berada dan ditetapkan menurut peta wilayah gempa Indonesia, dan  $A_0$  adalah percepatan puncak muka tanah yang dapat dilihat menggunakan tabel, sedangkan I adalah faktor keutamaan gedung juga menggunakan tabel yang berlandaskan kepada Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Gedung SNI 1726-2012, dan jenis tanah tempat struktur bangunan itu berdiri.

Untuk menentukan jenis tanah menggunakan tabel Percepatan Puncak Batuan Dasar dan Percepatan Puncak Muka Tanah ( $A_0$ ) untuk masing-masing Wilayah Gempa Indonesia.

Tabel 2.10. Koefisien  $\psi$

Wilayah Gempa	Koefisien ( $\psi$ )
1	0,5
2	0,5
3	0,5
4	0,6
5	0,7
6	0,8

Sumber : SNI (1726-2012)

Tabel 2.11 Percepatan Puncak Muka Tanah ( $A_0$ )

Wilayah Gempa	Percepatan Puncak Batuan Dasar	Percepatan Puncak Muka Tanah $A_0$			
		Tanah Keras	Tanah Sedang	Tanah Lunak	Tanah Khusus
1	0,03	0,04	0,05	0,08	Diperlukan Ekivalen Khusus di Setiap Lokasi
2	0,10	0,12	0,15	0,20	
3	0,15	0,18	0,23	0,30	
4	0,20	0,24	0,28	0,34	
5	0,25	0,28	0,32	0,36	
6	0,30	0,33	0,36	0,38	

Sumber : SNI (1726-2012)

## 2. Faktor Reduksi

Dalam Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) 1983 diatur mengenai nilai Faktor Reduksi (R) beban hidup yang digunakan sebagai Sumber Massa Gempa dapat ditentukan melalui tabel sebagai berikut :

Tabel 2.12. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa

Penggunaan Gedung	Koefisien	
	Perencanaan Portal	Peninjauan Gempa
Perumahan/Penghunian: - Rumah tempat tinggal - Asrama - Hotel - Rumah Sakit	0,75	0,3
Pendidikan: - Sekolah - Ruang Kuliah	0,90	0,5
Pendidikan: - Kantor - Bank	0,60	0,30
Perdagangan: - Toko - Toserba - Pasar	0,80	0,80
Penyimpanan: - Gudang - Perpustakaan - Ruang Arsip	0,80	0,80
Industri: - Pabrik - Bengkel	1,00	0,90
Tempat Kendaraan: - Garasi - Gedung Parkir	0,90	0,50
Gang dan Tangga: - Perumahan / Penghunian - Pendidikan, Kantor	0,75 0,75	0,30 0,30



- Pertemuan umum	0,90	0,50
Perdagangan		
Penyimpanan		
Industri		
Tempat kendaraan		

Sumber : Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung (PPIUG) (1983)

#### 2.5.4 Kombinasi Pembebanan

Struktur dapat dijamin keamanannya dengan cara memberikan kapasitas kekuatan atau kuat rencana yang lebih besar dari kuat perlu. Kekuatan suatu komponen struktur yang diperlukan untuk muatan beban terfaktor dengan berbagai kombinasi pembebanan efek beban disebut dengan kuat perlu. (Wahyudi dan Rahim, 1999)

Kuat perlu (U) dari suatu struktur harus dihitung dengan beberapa kombinasi beban yang mungkin bekerja pada struktur tersebut. Menurut pasal 3.2.2 SK-SNI-T-15-2012-03.

1. Kuat perlu U yang menahan beban mati D dan beban hidup L paling tidak harus sama dengan

$$U = 1,2 D + 1,6 L$$

2. Bila ketahanan struktur terhadap beban angin W harus diperhitungkan dalam perencanaan, maka pengaruh kombinasi beban D, L, W berikut harus dipilih untuk menentukan nilai U sebesar

$$U = 0,75 (1,2 + 1,6 + 1,6)$$

Dengan beban hidup yang kosong turut pula diperhitungkan untuk mengantisipasi kondisi yang paling berbahaya, sehingga

$$U = 0,9 D + 1,3 W$$

3. Bila ketahanan struktur terhadap beban gempa E turut pula diperhitungkan

$$U = 1,05 (D + L_r \pm E)$$

Dimana :

$L_r$  = beban hidup yang telah direduksi atau

$$U = 0,9 (D \pm E)$$

4. Bila tekanan horizontal tanah H turut diperhitungkan, kuat perlu minimum U harus sama dengan,

$$U = 1,2 D + 1,6 L + 1,6 H$$

Untuk keadaan yang berpengaruh D dan L mengurangi efek dari H, nilai maximum U ditentukan sebagai,

$$U = 0,9 D + 1,6 H$$

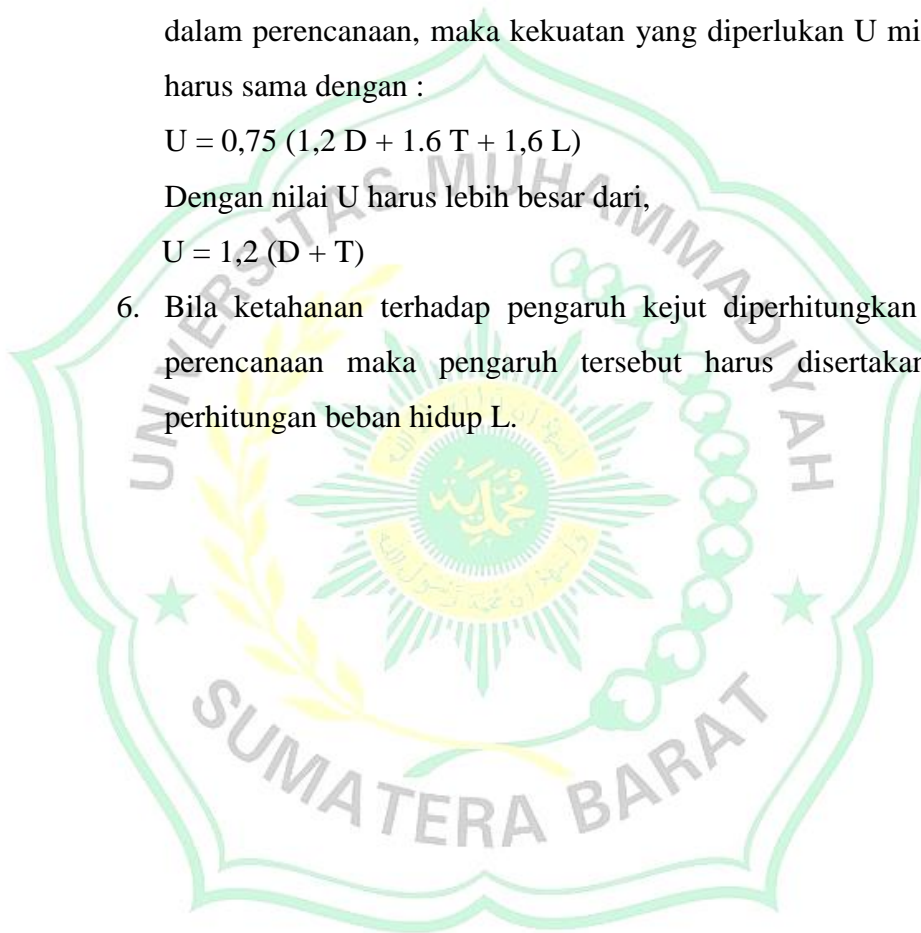
5. Bila pengaruh struktural T seperti akibat beban penurunan, rangkai, susut, atau pembebanan suhu yang cukup menentukan dalam perencanaan, maka kekuatan yang diperlukan U minimum harus sama dengan :

$$U = 0,75 (1,2 D + 1,6 T + 1,6 L)$$

Dengan nilai U harus lebih besar dari,

$$U = 1,2 (D + T)$$

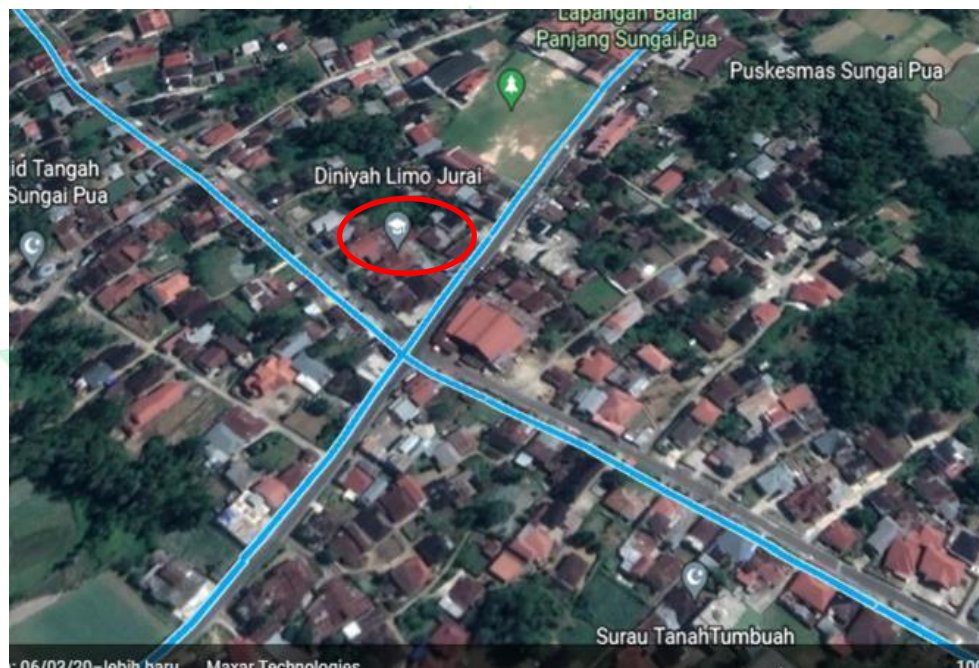
6. Bila ketahanan terhadap pengaruh kejut diperhitungkan dalam perencanaan maka pengaruh tersebut harus disertakan pada perhitungan beban hidup L.



## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi Perencanaan ini berada di Jl. Raya Limo Suku No.2 Sungai Pua, Kabupaten Agam, Sumatera Barat yang diteliti pada tanggal 30 Mei 2022. Penulis memilih lokasi ini dengan pertimbangan kemudahan dalam menjangkau informasi, pengumpulan data, dan efisiensi anggaran.



Gambar 3.1. Peta Lokasi penelitian

Sumber: *Google map* (2022)

### 3.2 Data Penelitian

#### 3.2.1 Jenis dan Sumber Data

Sumber data penelitian yang diperoleh melalui media perantara secara tidak langsung berupa buku, catatan bukti yang telah ada, atau arsip baik yang dipublikasikan maupun yang tidak dipublikasikan secara umum.

Pada penelitian ini penulis menggunakan objek sekunder sebagai objek penelitian, berikut hasil data sekunder yang diperoleh:

1. Data Umum Bangunan
  - a. Nama Gedung: Pondok Pesantren Diniyah Limo Jurai

- b. Lokasi: Jl. Raya Limo Suku No.2 Sungai Pua, Kabupaten Agam
  - c. Fungsi Bangunan: Gedung Belajar
  - d. Jumlah Lantai: 5 Lantai + 2 Basement
  - e. Struktur Bangunan: Beton Bertulang
2. Data Perencanaan Gedung
    - a. Gambar Rencana
    - b. Data Tanah

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif untuk memperoleh data yang diperlukan serta kualitatif untuk mendapatkan informasi lebih luas tentang penelitian.

#### 3.3.1 Preliminary Design

*Preliminary design struktur* merupakan memodelisasikan suatu struktur bangunan, menganalisisnya sehingga didapatkan suatu bentuk struktur dengan dimensi dan mutu tertentu.

#### 3.3.2 Pembebanan

Pembebanan pada tahap ini adalah segala beban yang bekerja pada bangunan yang akan direncanakan. Perhitungan pembebanan yaitu:

1. Beban hidup (*live load*)
2. Beban mati (*dead load*)
3. Beban gempa (*earthquake load*)

#### 3.3.3 Pemodelan dan Analisa Struktur

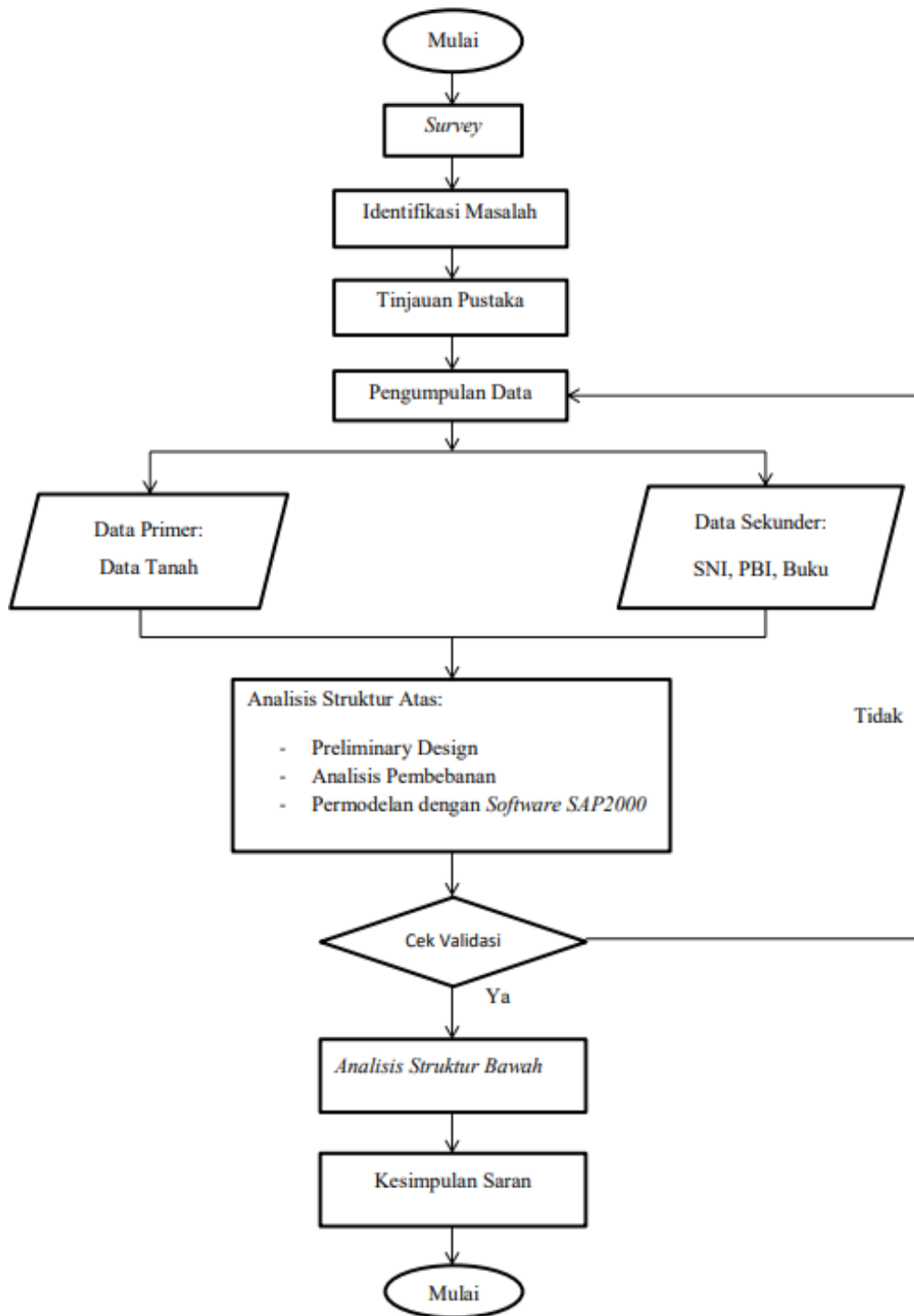
Pada tahap ini pemodelan dibuat menggunakan program aplikasi *SAP2000 V.14* model struktur yang dibuat berdasarkan denah bangunan yang didapat dari denah rencana.

Analisa struktur menggunakan aplikasi *SAP2000 V.14* dimana nantinya akan berguna untuk mengetahui kekuatan struktur,

kemampuan struktur dalam menahan beban yang akan bekerja. Hasil dari analisa struktur yang menggunakan program bantu *SAP2000* V.14 adalah gaya-gaya dalam, seperti gaya aksial, momen serta geser dari sebuah struktur.



### 3.4 Flowchart

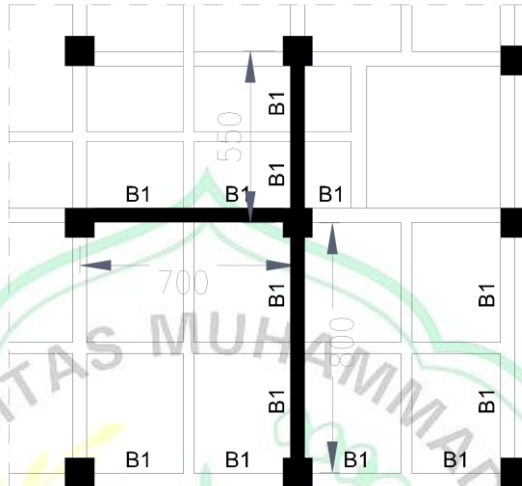


Gambar 3.2 Flowchart

**BAB IV**  
**ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Preliminary Desain Penampang**

**4.1.1 Balok**



Gambar 4.1. Denah balok induk (70 x 45) cm

Sumber: Gambar rencana

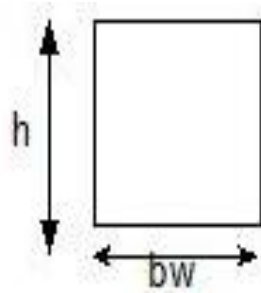
1. Balok induk 1 (70 x 45) cm

Tabel 4.1 Data prelim balok induk 1

No	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	8000	mm
		L2	7000	mm
		L3	5500	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	8000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	5500	mm
2	Tinggi Kolom	H1	5000	mm
3	Mutu Beton	Fy	24,9	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	400	Mpa

Sumber: Data prelim balok

Untuk menentukan dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka perencanaannya didasari pada balok yang memiliki harga ketebalan terbesar.



Gambar 4.2 Dimensi balok  
 Sumber: *Google image* balok

a. Tinggi Balok (h)

Berdasarkan SNI (2847:2019) tabel 9.3.1.1 tinggi balok minimum non prategang.

Tabel 4.2 Tabel minimum h

KONDISI PERLETAKAN	MINIMUM h
Perletakan sederhana	1/16
Menerus satu sisi	1/18,5
Menerus dua sisi	1/21
Kantilever	1/8

Sumber: SNI 2847:2019

1.) Balok induk:

$$h \geq L_{pj} / 16$$

$$h \geq 8000 / 16$$

$$h \geq 500 \text{ mm (Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420)$$

Berdasarkan SNI (2847-2019) pasal 9.3.1.1.1, untuk

$f_y$  selain 420 MPa, maka:

$$h \geq L_{pj} / 16 (0,4 + f_y / 700)$$

$$h \geq 8000 / 16 (0,4 + / 700)$$

$$h \geq 485,7142857$$

maka diambil nilai  $h = 700 \text{ mm}$

2.) Lebar Badan Balok

$$1/2 h \leq bw \leq 2/3 h$$

Dimana,  $1/2 h = 350 \text{ mm}$



$$2/3 h = 466,667 \text{ mm}$$

$$3500 \leq b_w \leq 466,667$$

Maka, = 450

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen lentur (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus / SRPMK) SNI 2847:2019 pasal 18.6.2.1.

- a. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi  $A_g \times F_c' / 10$
- b. Gaya bersih untuk komponen struktur, Ln tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif

$$L_n \geq 4d$$

$$5050 \geq 1440 \dots \dots \dots \text{ok}$$

- c. Lebar penampang  $b_w$ , harus kurang dari nilai terkecil dari  $0,3h$  dan 250 mm.

$$B_w \geq 0,3h$$

$$450 \geq 210 \dots \dots \dots \text{ok}$$

$$B_w \geq 250$$

$$450 \geq 250 \dots \dots \dots \text{ok}$$

- d. Lebar komponen struktur  $b_w$ , tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu,  $c_2$  ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari 2 dan 3:

1.) Lebar komponen struktur penumpu  $c_2$

2.) 0,75 kali dimensi komponen struktur penumpu,  $c_1$

$$B_w \leq 2.c_2$$

$$450 \leq 800 \dots \dots \dots \text{ok}$$

$$B_w \leq c_2 + 3/4 c_1$$

$$450 \leq 700 \dots \dots \dots \text{ok}$$

Maka dimensi balok yang digunakan adalah Balok 800 mm x 450 mm

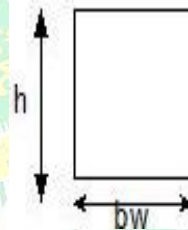
2. Balok Anak 1 (60 x 35) cm

Tabel 4.3 Data prelim balok anak 1

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	8000	mm
		L2	7000	mm
		L3	4000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	8000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	4000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
		H1	5000	mm
3	Mutu Beton	Fy	24,9	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	400	Mpa

Sumber: Data prelim balok

Untuk menentukan dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka perencanaannya didasari pada balok yang memiliki harga ketebalan terbesar.



Gambar 4.2 Dimensi balok

Sumber: Google image balok

a. Tinggi Balok (h)

Berdasarkan SNI (2847:2019) tabel 9.3.1.1 tinggi balok minimum non prategang.

Tabel 4.2 Tabel minimum h

KONDISI PERLETAKAN	MINIMUM h
Perletakan sederhana	1/16
Menerus satu sisi	1/18,5
Menerus dua sisi	1/21
Kantilever	1/8

Sumber: SNI (2847:2019)

Balok induk:

$$h \geq L_{pj} / 16$$

$$h \geq 8000 / 16$$

$$h \geq 500 \text{ mm (Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420)$$

untuk  $f_y$  selain 420 MPa, maka: “Berdasarkan SNI (2847-2019) pasal 9.3.1.1.1

$$h \geq L_{pj} / 16 (0,4 + f_y / 700)$$

$$h \geq 8000 / 16 (0,4 + / 700)$$

$$h \geq 485,714286$$

maka diambil nilai  $h = 600 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok

$$1/2 h \leq b_w \leq 2/3 h$$

Dimana,  $1/2 h = 300 \text{ mm}$

$$2/3 h = 400 \text{ mm}$$

$$300 \leq b_w \leq 400$$

Maka,  $b_w = 350$

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen lentur (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus / SRPMK) SNI 2847 :2019 pasal 18.6.2.1

1.) Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi  $A_g \times F_c' / 10$

2.) Gaya bersih untuk komponen struktur,  $L_n$  tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif

$$L_n \geq 4d$$

$$3650 \geq 1440 \text{ ok}$$

3.) Lebar penampang  $b_w$ , harus kurang dari nilai terkecil dari 0,3 h dan 250 mm

$$B_w \geq 0,3h$$

$$350 \geq 180 \text{ ok}$$

$$B_w \geq 250$$

$$350 \geq 250 \text{ ok}$$

4.) Lebar komponen struktur bw, tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu, c2 ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari 2 dan 3:

- a.) Lebar komponen struktur penumpu c2
- b.) 0,75 kali dimensi komponen struktur penumpu, c1

$$B_w \leq 2.c_2$$

$$350 \leq 800 \text{ ok}$$

$$B_w \leq c_2 + 3/4 c_1$$

$$350 \leq 700 \text{ ok}$$

Maka dimensi balok yang digunakan adalah Balok 600 mm x 350 mm.

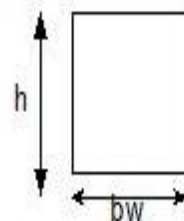
3. Balok Anak 2 (50 x 30)

Tabel 4.4 Data prelim balok anak 2

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	3500	mm
		L3	3000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	3500	mm
	Balok Terpendek	Lpd	3000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	3500	mm
		H2	4000	mm
		H3	5000	mm
3	Mutu Beton	Fc'	24,9	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	400	Mpa

Sumber: Data prelim balok

Untuk menentukan dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka perencanaannya didasari pada balok yang memiliki harga ketebalan terbesar.



Gambar 4.2 Dimensi balok

Sumber: Google image balok

a. Tinggi Balok (h)

Berdasarkan SNI (2847:2019) tabel 9.3.1.1 tinggi balok minimum non prategang.

Tabel 4.2 Tabel minimum h

<b>KONDISI PERLETAKAN</b>	<b>MINIMUM h</b>
Perletakan sederhana	1/16
Menerus satu sisi	1/18,5
Menerus dua sisi	1/21
Kantilever	1/8

Sumber: SNI (2847:2019)

Balok induk:

$$h \geq L_{pj} / 16$$

$$h \geq 3500 / 16$$

$$h \geq 218,75 \text{ mm (Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420)$$

untuk  $f_y$  selain 420 MPa, maka: Berdasarkan SNI (2847-2019) pasal 9.3.1.1.1

$$h \geq L_{pj} / 16 (0,4 + f_y / 700)$$

$$h \geq 350 / 16 (0,4 + 400 / 700)$$

$$h \geq 212 \text{ mm}$$

maka diambil nilai  $h = 500 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok

$$1/2 h \leq b_w \leq 2/3 h$$

Dimana,  $1/2 h = 250 \text{ mm}$

$$2/3 h = 333,3333 \text{ mm}$$

$$250 \leq b_w \leq 333,333$$

Maka = 300

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen lentur (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus / SRPMK) SNI 2847:2019 pasal 18.6.2.1

1.) Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi  $A_g \times F_c' / 10$

2.) Gaya bersih untuk komponen struktur, Ln tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif

$$L_n \geq 4d$$

$$2700 \geq 1440 \text{ ok}$$

3.) Lebar penampang bw, harus kurang dari nilai terkecil dari 0,3 h dan 250 mm

$$B_w \geq 0,3h$$

$$300 \geq 150 \text{ ok}$$

$$B_w \geq 250$$

$$300 \geq 250 \text{ ok}$$

4.) Lebar komponen struktur bw, tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu, c2 ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari 2 dan 3:

a.) Lebar komponen struktur penumpu c2

b.) 0,75 kali dimensi komponen struktur penumpu, c1

$$B_w \leq 2 \cdot c_2$$

$$300 \leq 700 \text{ ok}$$

$$B_w \leq c_2 + 3/4 c_1$$

$$300 \leq 612,5 \text{ ok}$$

Maka dimensi balok yang digunakan adalah Balok 500 mm x 300 mm.

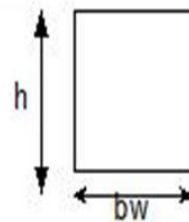
4. Balok 2 (40 25)

Tabel 4.5 Data prelim balok induk 2

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	4000	mm
		L2	3000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	4000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	3000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
		H2	5000	mm
3	Mutu Beton	fc'	24,9	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	400	Mpa

Sumber: Prelim balok

Untuk menentukan dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka perencanaannya didasari pada balok yang memiliki harga ketebalan terbesar.



Gambar 4.2 Dimensi balok

Sumber: Google image balok

a. Tinggi Balok (h)

Berdasarkan SNI (2847:2019) tabel 9.3.1.1 tinggi balok minimum non prategang.

Tabel 4.2 Tabel minimum h

KONDISI PERLETAKAN	MINIMUM h
Perletakan sederhana	1/16
Menerus satu sisi	1/18,5
Menerus dua sisi	1/21
Kantilever	1/8

Sumber: SNI (2847:2019)

Balok induk:

$$h \geq L_{pj} / 16$$

$$h \geq 4000 / 16$$

$$h \geq 250 \text{ mm (Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420)$$

untuk  $f_y$  selain 420 MPa, maka: Berdasarkan SNI (2847-2019) pasal 9.3.1.1.1

$$h \geq L_{pj} / 16 (0,4 + f_y / 700)$$

$$h \geq 4000 / 16 (0,4 + / 700)$$

$$h \geq 242,8571 \text{ mm}$$

maka diambil nilai  $h = 400 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok

$$1/2 h \leq b_w \leq 2/3 h$$

$$\text{Dimana, } 1/2 h = 200 \text{ mm}$$

$$2/3 h = 266,667 \text{ mm}$$

$$200 \leq b_w \leq 266,667$$

Maka = 250

Persyaratan yang harus dipenuhi untuk komponen lentur (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus / SRPMK) SNI 2847 :2019 pasal 18.6.2.1

- 1.) Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi  $A_g \times F_c' / 10$
- 2.) Gaya bersih untuk komponen struktur,  $L_n$  tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif

$$L_n \geq 4d$$

$$2750 \geq 1440 \dots\dots\dots\text{ok}$$

- 3.) Lebar penampang  $b_w$ , harus kurang dari terkecil dari 0,3  $h$  dan 250 mm

$$b_w \geq 0,3h$$

$$250 \geq 120 \dots\dots\dots\text{ok}$$

$$b_w \geq 250$$

$$250 \geq 250 \dots\dots\dots\text{ok}$$



4.) Lebar komponen struktur bw, tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu, c2 ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari 2 dan 3:

a.) Lebar komponen struktur penumpu c2

b.) 0,75 kali dimensi komponen struktur penumpu, c1

$$B_w \leq 2 \cdot c_2$$

$$250 \leq 800 \dots\dots\dots\text{ok}$$

$$B_w \leq c_2 + (3/4 c_1)$$

$$250 \leq 700 \dots\dots\dots\text{ok}$$

Maka dimensi balok yang digunakan adalah Balok 400 mm x 250 mm

#### 4.1.2 Pelat Lantai

Pelat direncanakan monolit dengan asumsi balok sebagai balok tunggal dengan memanfaatkan bentuk T, untuk menambahkan luas tekan yang dianalisis, berdasarkan SNI 2847:2019 tentang beton ayat 9.1.4.1 halaman 197, dengan demikian tabel flens balok.

$$B_w = 0,45 \text{ m}$$

$$B_w = 450 \text{ mm}$$

$$L_1 = 7000 \text{ mm}$$

$$L_2 = 6750 \text{ mm}$$

$$L_{pj} = 7000 \text{ mm}$$

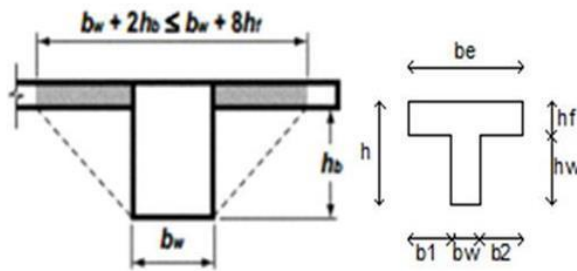
$$L_{pd} = 6750 \text{ mm}$$

$$h_f \text{ rencana} = 150 \text{ mm}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

##### 1. Perencanaan Dimensi Pelat Balok

a. Untuk balok yang berada di tengah konstruksi



Gambar 4.3 Dimensi pelat  
 Sumber: *Google image* balok

Berdasarkan SNI 2847:2019 tentang beton, ayat 9.2.4.4 hal 179 butir.

1.) Lebar sayap

$$Be = bw + b1 + b2$$

a.) Untuk  $hw < 4hf$ , maka  $b1 = b2 = hw$

b.) Untuk  $hw > 4hf$ , maka  $b1 = b2 = 4hf$

$$\begin{aligned} hw &= h - hf \\ &= 700 - 150 \\ &= 550 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$b1 = hw, b1 = 550 \text{ mm} \dots \dots \dots \text{sesuai Aturan 1}$$

$$b2 = b1, b2 = 550 \text{ mm}$$

$$be = bw + b1 + b2$$

$$be = 1550 \text{ mm}$$

**Cek:**

Panjang bentang bersih balok:

$$Ln = L_{\text{balok}} - bw$$

$$Ln = 6550 - 150 = 6,40 \text{ m}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 butir 6.3.2.1 halaman 97

$$(1) \quad b1, b2 \leq 1/8L_{pj}; 1/8L_{pj} = 875 \text{ mm}$$

$$550 \leq 875 \dots \dots \dots \text{ok}$$

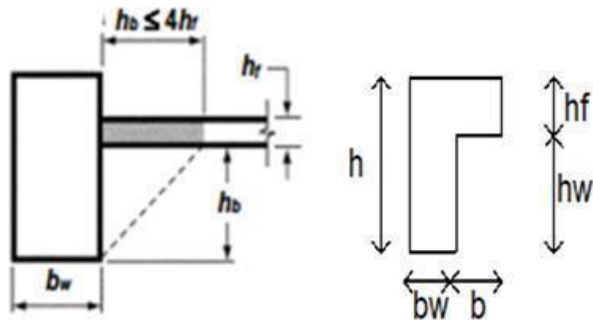
$$(2) \quad b1, b2 \leq 8hf; 8hf = 1200 \text{ mm}$$

$$550 \leq 1200 \dots \dots \dots \text{ok}$$

$$(3) \quad b1, b2 \leq 8hf; 8hf = 1200 \text{ mm}$$

$$550 \leq 1200 \dots \dots \dots \text{ok}$$

b. Untuk balok yang berada di tepi konstruksi



Gambar 4.4 Pelat tepi konstruksi

Sumber : *Google image* pelat

Berdasarkan SNI 2847:2019 butir 6.3.2.1 halaman 97

$$b_{el} = b_w + b_l = 1000 \text{ mm}$$

$$h_w = h - h_f = 550 \text{ mm}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 butir 6.3.2.1 halaman 97

$$1.) \quad b_1, b_2 \leq 1/12 L_{pj}: 1/8 L_{pj} = 1000 \text{ mm}$$

$$550 \leq 666,67 \dots \text{ok}$$

$$2.) \quad b_1, b_2 \leq 6 h_f: 6 h_f = 900 \text{ mm}$$

$$550 \leq 900 \dots \text{ok}$$

$$3.) \quad b_1, b_2 \leq 8 h_f: 8 h_f = 1200 \text{ mm}$$

$$550 \leq 3775 \dots \text{ok}$$

## 2. Cek Tebal Pelat

Berdasarkan SNI 2847:2019 (Beton) hal 134 untuk panel yang memiliki rasio bentang panjang terhadap bentang pendek lebih besar dari 2, penggunaan persamaan (b) dan (d) pada tabel 8.3.1.2 dengan perbandingan bentang terpanjang, dapat memberikan hasil yang tidak masuk akal. Untuk panel tersebut diharuskan menggunakan aturan yang berlaku untuk konstruksi satu arah.

$$h_f = \frac{l_n \cdot (0.8 + (f_y: 1400))}{36 + 5 \cdot \beta \cdot (c_m - 0.2)}$$

Jika,  $\alpha m < 2$ , maka ;  $hf \geq 125 \text{ mm}$

Jika,  $\alpha m > 2$ , maka ;  $hf \geq 90 \text{ mm}$

Keterangan:

$l_n$  = Panjang bentang bersih (mm), untuk sisi pelat dan balok,  $l_n$  adalah jarak dari sisi ke sisi balok

$h_f$  = Panjang bentang terpanjang dikurang dengan lebar balok

$B$  = Perbandingan antara bentang bersih dari sisi terpanjang dengan bentang bersih terpendek

$$A = I_{bd} / I_p$$

Dimana,  $I_{bd}$  = inersia balok

$I_p$  = inersia pelat

a. Menentukan momen inersia balok pelat ( $I_{pd}$ )

1.) Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

a.)  $Be = 1,55 \text{ m}$

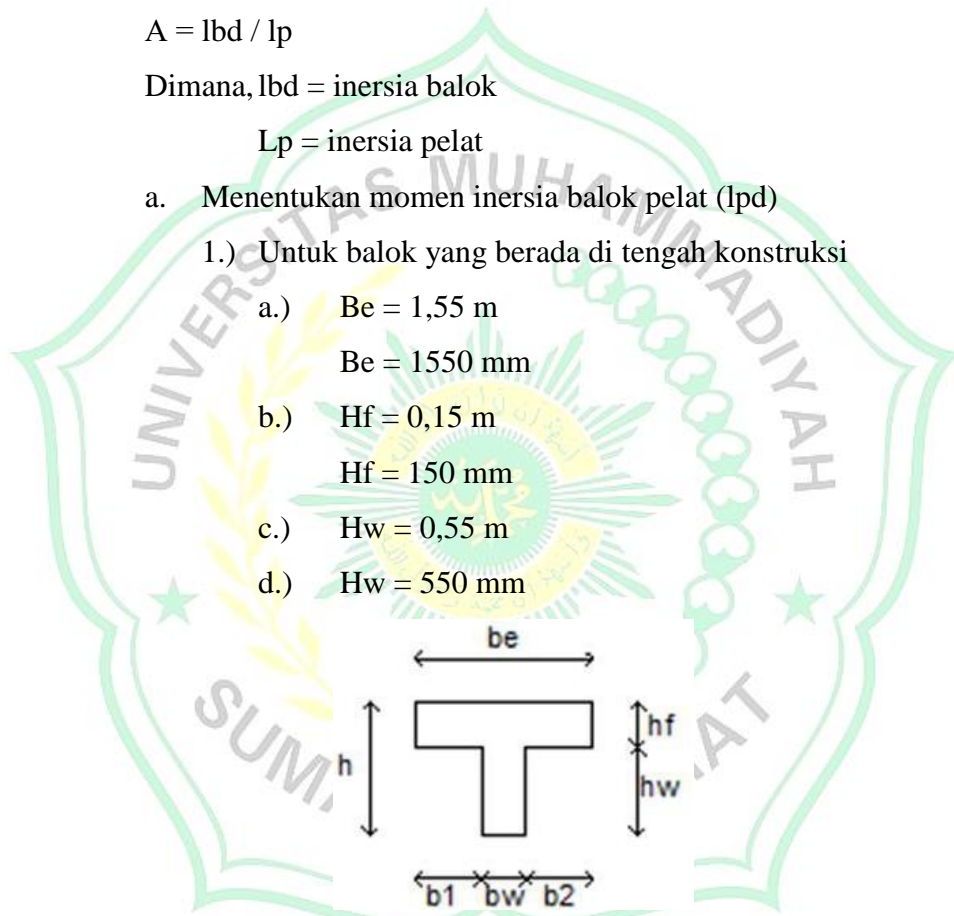
$$Be = 1550 \text{ mm}$$

b.)  $Hf = 0,15 \text{ m}$

$$Hf = 150 \text{ mm}$$

c.)  $Hw = 0,55 \text{ m}$

d.)  $Hw = 550 \text{ mm}$



Gambar 4.5 Pelat lantai

Sumber: Google image pelat lantai

$$A1 = h_w \cdot b_w = 247500 \text{ mm}^2$$

$$A2 = h_f \cdot b_e = 232500 \text{ mm}^2$$

**Titik Berat:**

$$A1 \times \frac{1}{2} \times h_w = 68062500 \dots \dots \dots (a)$$

$$A2 (h_f / 2 + h_w) = 1,45E + 0,8 \quad (b)$$

$$A1 + A2 = 480000 \text{ (c)}$$

Jadi,

$$y = (a + b + c) = 444,5313 \text{ mm}$$

$$= 0,44453 \text{ m}$$

$$Ix1 = (1/2 \times bw \times hw^3) = 11343750 \text{ mm}^4$$

$$Y1 = (1/2 \times hw) = 275 \text{ mm}$$

$$Ix2 = (1/2 \times be \times hf^3) = 435937500 \text{ mm}^4$$

$$Y2 = (1/2 \times hf) + hf = 625 \text{ mm}$$

$$Ibp1 = Ix1 + (A1(y-y1)^2) + Ix2 + (A2x(y^2-y)^2) \text{ mm}^4$$

$$= 15132925781 \text{ mm}^4$$

2.) Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$y = \frac{(A1 \cdot 0,5 \cdot hw) + (A2 \cdot (0,5hf + hw))}{(A1) + (A2)}$$

$$\text{Bel} = 1100 \text{ mm}$$

$$A1 = hw \cdot bw = 247500 \text{ mm}^2$$

$$A2 = hf \cdot \text{bel} = 150000 \text{ mm}^2$$

**Titik Berat:**

$$A1 \times 1/2 \times hw = 68062500 \dots \dots \dots \text{(a)}$$

$$A2 (hf / 2 + hw) = 93750000 \dots \dots \dots \text{(b)}$$

$$A1 + A2 = 397500 \dots \dots \dots \text{(c)}$$

Jadi,

$$y = (a + b + c) = 407,0755 \text{ mm}$$

$$= 0,40708 \text{ m}$$

$$Ix1 = (1/2 \times bw \times hw^3) = 11343750 \text{ mm}^4$$

$$Y1 = (1/2 \times hw) = 275 \text{ mm}$$

$$Ix2 = (1/2 \times be \times hf^3) = 281250000 \text{ mm}^4$$

$$Y2 = (1/2 \times hf) + hf = 625 \text{ mm}$$

$$Ibp1 = Ix1 + (A1(y-y1)^2) + Ix2 + (A2x(y^2-y)^2) \text{ mm}^4$$

$$= 11733631486 \text{ mm}^4$$

b. Menentukan inersia pelat

1.) Untuk Balok yang berada di tepi konstruksi

$$Ip1 = 1/12 (bw/2 + L1/2) \times hf^3 = 1047656250 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_1 = I_{bp2}/I_{p1} = 11,1998869$$

$$I_{p2} = 1/12 (b_w/2 + L_2/2) \times h_f^3 = 1012500000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_1 = I_{bp2}/I_{p1} = 11,5887718$$

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

$$I_{p3} = 1/12 (b_w/2 + L_1/2) \times h_f^3 = 1968750000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_3 = I_{bp2}/I_{p1} = 7,68655648$$

$$I_{p4} = 1/12 (b_w/2 + L_2/2) \times h_f^3 = 1898437500 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_4 = I_{bp2}/I_{p1} = 7,97125309$$

$$\alpha = (\alpha_1 + \alpha_2 + \alpha_3 + \alpha_4) = 9,61161932$$

$$\beta = (L_{pj}-b_w) / (L_{pd}-b_w) = 1,03968254$$

berdasarkan SNI 2847:2019 hal 134, untuk pelat non prategang dengan balok menentang diantara tumpuan pada semua sisi, ketebalan pelat keseluruhan h harus memenuhi batasan pada tabel 8.3.1.2, kecuali batas lendutan yang dihitung dengan 8.3.2 dipenuhi.

Tabel 4.6 l pelat

$\alpha_{fm}$ [1]	$h$ minimum, mm		
$\alpha_{fm} \leq 0,2$	8.3.1.1 berlaku		(a)
$0,2 < \alpha_{fm} \leq 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{l_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 5\beta(\alpha_{fm} - 0,2)}$	(b) <sup>[2],[3]</sup>
		125	(c)
$\alpha_{fm} > 2,0$	Terbesar dari:	$\frac{l_n \left( 0,8 + \frac{f_y}{1400} \right)}{36 + 9\beta}$	(d) <sup>[2],[3]</sup>
		90	(e)

dalam m

Sumber: SNI (2847:2019)

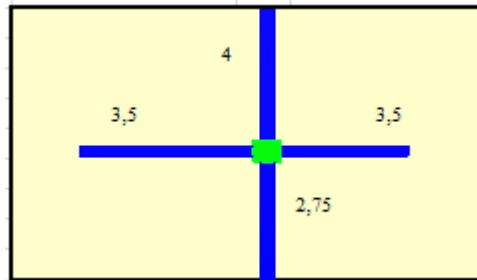
Dan tidak boleh kurang dari 90 mm

$$85,61993 \text{ mm} \leq h_f = 150 \text{ mm ok}$$

Maka tebal pelat yang digunakan dalam pemodelan adalah “h” 150 mm.

### 4.1.3 Kolom

#### 1. Kolom Lantai 5



Gambar 4.5 Bentang pelat lantai

Sumber: Prelim kolom

- Tebal pelat = 0,15 m
- Luas pelat = 47,25 m<sup>2</sup>
- Dimensi balokh = 0,7 m
- Dimensi balok b = 0,45 m
- Panjang balok = 13,75 m
- Dimensi kolom = 0,45 m
- = 0,45 m

Tabel 4.7 Prelim kolom Lantai 5

Jenis Beban	Tebal (m)	tinggi (m)	lebar (m)	panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Beban			Berat (kg)
						(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	
● MATI									
a. Beban pelat	0,15				47,25	2400			17010
b. Beban B1		0,7	0,45	13,75		2400			10395
c. Beban B A 1		0,6	0,35	15		2400			7560
d. Beban B A 2		0,5	0,3	7		2400			2520
g. Beban Spesi	0,2				47,25		21		198,45
h. MEP					47,25		30		1417,50
i. Plafon					47,25		20		945,00
● HIDUP									
a. beban hidup orang					47,25		250		11812,50
						TOTAL			51858,45
						LUAS RENCANA KOLOM			0,2025

Sumber: Prelim kolom

Maka:

$$\text{Gaya Berat} = 51858,45 \text{ kg}$$

$$\text{Luas rencana kolom} = 202500 \text{ mm}^2$$

$$K = 300 \text{ kg/cm}^2$$

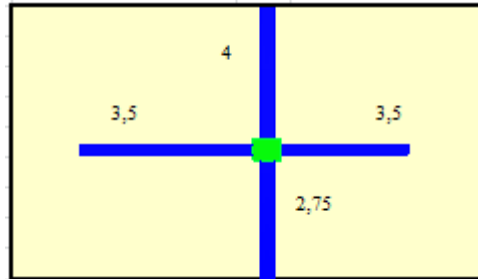
$$K = 3 \text{ kg/mm}^2$$

$$S = 2,49 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Syarat: } V/A \leq 0,3 f_c'$$

$$0,2561 \leq 0,747 \dots\dots\dots\text{ok}$$

## 2. Kolom Lantai 4



Gambar 4.5 Bentang pelat lantai

Sumber: Prelim kolom

$$\text{Tebal pelat} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Luas pelat} = 47,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensi balok } h = 0,7 \text{ m}$$

$$B = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Panjang balok} = 13,75 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi kolom} = 0,45 \text{ m}$$

$$= 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kolom} = 4 \text{ m}$$



Tabel 4.8 Prelim kolom Lantai 4

Jenis Beban	Tebal (m)	tinggi (m)	lebar (m)	panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Beban			Berat (kg)
						(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	
<b>•MATI</b>									
a. Beban Plat	0,15				47,25	2400			17010,00
b. Beban B1		0,7	0,45	13,75		2400			756,00
c. Beban B A 1		0,6	0,35	15		2400			7560
d. Beban B A 2		0,5	0,3	7		2400			2520
e. Beban Kolom		0,45	0,45	47,25		2400			22963,50
f. Beban Spesi	0,2				47,25		21		198,45
g. Plafon					47,25		20		945,00
h. Beban Dinding		3,3		13,75			250		11343,75
i. MEP					47,25		30		1417,50
j. Berat Granit					47,25		24		1134,00
<b>•HIDUP</b>									
a. Beban Orang					47,25		250		11812,50
						<b>TOTAL</b>			77660,70
						<b>LUAS KOLOM RENCANA</b>			0,2025

Sumber: Prelim kolom

Maka:

$$\text{Gaya berat} = 129519,15 \text{ kg}$$

$$\text{Luas rencana kolom} = 202500 \text{ mm}^2$$

$$K = 300 \text{ kg/cm}^2$$

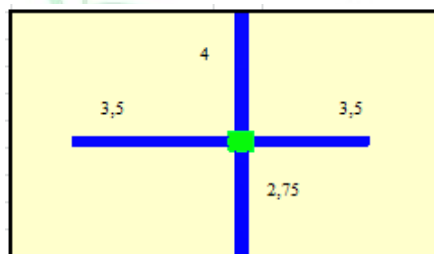
$$K = 3 \text{ kg/mm}^2$$

$$S = 2,49 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Syarat: } V/A \leq 0,3 f_c'$$

$$0,6396 \leq 0,747 \dots\dots\dots\text{ok}$$

### 3. Kolom Lantai 3



Gambar 4.5 Bentang pelat lantai

Sumber: Prelim kolom

$$\text{Tebal pelat} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Luas pelat} = 47,25 \text{ m}$$

Dimensi balok h = 0,7 m

B = 0,45 m

Panjang balok = 13,75 m

Dimensi kolom = 0,7 m

= 0,7 m

Tinggi kolom = 4 m

Tabel 4.9 Prelim kolom Lantai 3

Jenis Beban	Tebal (m)	tinggi (m)	lebar (m)	panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Beban			Berat (kg)
						(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	
<b>•MATI</b>									
a. Beban Plat	0,15				47,25	2400			17010,00
b. Beban B1		0,7	0,45	13,75		2400			10395,00
c. Beban B A 1		0,6	0,35	15		2400			7560
d. Beban B A 2		0,5	0,3	7		2400			2520
d. Beban Kolom		0,45	0,45	47,25		2400			22963,50
e. Beban Spesi	0,2				47,25		21		198,45
f. Plafon					47,25		20		945,00
g. Beban Dinding		3,3		13,75			250		11343,75
h. MEP					47,25		30		1417,50
i. Berat Granit					47,25		24		1134,00
<b>•HIDUP</b>									
a. Beban Orang					47,25		250		11812,50
<b>TOTAL</b>									<b>87299,70</b>
<b>LUAS KOLOM RENCANA</b>									<b>0,49</b>

Sumber: Prelim kolom

Maka:

Gaya berat = 216818,85 kg

Luas rencana kolom = 490000 mm<sup>2</sup>

K = 300 kg/cm<sup>2</sup>

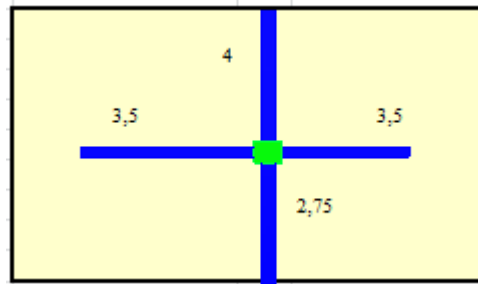
Fc = 3 kg/mm<sup>2</sup>

f'c = 2,49 kg/mm<sup>2</sup>

Syarat:  $V/A \leq 0,3 f_c'$

0,4425 ≤ 0,747 ok

#### 4. Kolom Lantai 2



Gambar 4.5 Bentang pelat lantai

Sumber: Prelim kolom

Tebal pelat = 0,15 m

Luas pelat = 47,25 m

Dimensi balok h = 0,8 m

B = 0,45 m

Panjang balok = 13,75 m

Dimensi kolom = 0,7 m

= 0,7 m

Tinggi kolom = 4 m

Tabel 4.10 Prelim kolom Lantai 2

Jenis Beban	Tebal (m)	tinggi (m)	lebar (m)	panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Beban			Berat (kg)
						(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	
<b>•MATI</b>									
a. Beban Plat	0,15				47,25	2400			17010,00
b. Beban B1		0,7	0,45	13,75		2400			10395,00
c. Beban B A 1		0,6	0,35	15		2400			7560
d. Beban B A 2		0,5	0,3	7		2400			2520
d. Beban Kolom		0,7	0,7	47,25		2400			55566,00
e. Beban Spesi	0,2				47,25		21		198,45
f. Plafon					47,25		20		945,00
g. Beban Dinding		3,3		13,75			250		11343,75
h. MEP					47,25		30		1417,50
i. Berat Granit					47,25		24		1134,00
<b>•HIDUP</b>									
a. Beban Orang					47,25		250		11812,50
						TOTAL			119902,2
						LUAS KOLOM RENCANA			0,49

Sumber: Prelim kolom

Maka:

Gaya berat = 336721,05 kg

Luas rencana kolom = 490000 mm<sup>2</sup>

$$K = 300 \text{ kg/cm}^2$$

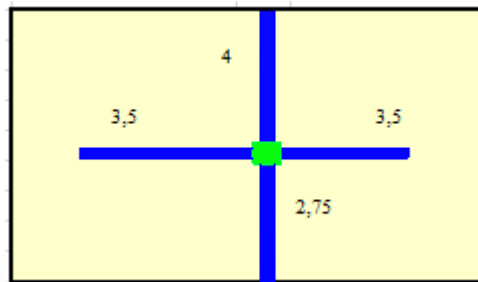
$$F_c = 3 \text{ kg/mm}^2$$

$$S = 2,49 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Syarat: } V/A \leq 0,3 f_c'$$

$$0,6872 \leq 0,747 \text{ ok}$$

## 5. Kolom Lantai 1



Gambar 4.6 Bentang pelat lantai

Sumber: Prelim kolom

$$\text{Tebal pelat} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Luas pelat} = 47,25 \text{ m}^2$$

$$\text{Dimensi balok } h = 0,7 \text{ m}$$

$$B = 0,45 \text{ m}$$

$$\text{Panjang balok} = 13,75 \text{ m}$$

$$\text{Dimensi kolom} = 0,95 \text{ m}$$

$$= 0,95 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi kolom} = 5 \text{ m}$$

Tabel 4.11 Prelim kolom Lantai 1

Jenis Beban	Tebal (m)	tinggi (m)	lebar (m)	panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Beban			Berat (kg)
						(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	
<b>•MATI</b>									
a. Beban Plat	0,15				47,25	2400			17010,00
b. Beban B1		0,7	0,45	13,75		2400			10395,00
c. Beban B A 1		0,6	0,35	15		2400			7560
d. Beban B A 2		0,5	0,3	7		2400			2520
e. Beban Kolom		0,7	0,7	47,25		2400			55566,00
f. Beban Spesi	0,2				47,25		21		198,45
g. fPlafon					47,25		20		945,00
h. Beban Dinding		3,3		13,75			250		11343,75
i. MEP					47,25		30		1417,50
j. Berat Granit					47,25		24		1134,00
<b>•HIDUP</b>									
a. Beban Orang					47,25		250		11812,50
						TOTAL			119902,20
						LUAS KOLOM RENCANA			0,9025

Sumber: Prelim kolom

Maka:

$$\text{Gaya berat} = 456623,25 \text{ kg}$$

$$\text{Luas rencana kolom} = 902500 \text{ mm}^2$$

$$K = 300 \text{ kg/cm}^2$$

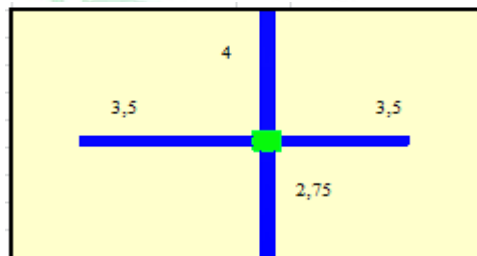
$$K = 3 \text{ kg/mm}^2$$

$$S = 2,49 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Syarat: } V/A \leq 0,3 f_c'$$

$$0,506 \leq 0,747 \text{ ok}$$

## 6. Kolom Lantai Basement 2



Gambar 4.5 Bentang pelat lantai

Sumber: Prelim kolom

$$\text{Tebal pelat} = 0,15 \text{ m}$$

$$\text{Luas pelat} = 47,25 \text{ m}$$

Dimensi balok h = 0,7 m

B = 0,45 m

Panjang balok = 10,25 m

Dimensi kolom = 0,95 m

= 0,95 m

Tinggi kolom = 4 m

Tabel 4.12 Prelim kolom basement 2

Jenis Beban	Tebal (m)	tinggi (m)	lebar (m)	panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Beban			Berat (kg)
						(kg/m <sup>3</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	
<b>•MATI</b>									
a. Beban Plat	0,15				47,25	2400			17010,00
b. Beban B1		0,7	0,45	13,75		2400			10395,00
c. Beban B A 1		0,6	0,35	15		2400			7560
d. Beban B A 2		0,5	0,3	7		2400			2520
e. Beban Kolom		0,7	0,7	47,25		2400			55566,00
f. Beban Spesi	0,2				47,25		21		198,45
g. fPlafon					47,25		20		945,00
h. Beban Dinding		3,3		13,75			250		11343,75
i. MEP					47,25		30		1417,50
j. Berat Granit					47,25		24		1134,00
<b>•HIDUP</b>									
a. Beban Orang					47,25		250		11812,50
<b>TOTAL</b>									<b>119902,20</b>
<b>LUAS KOLOM RENCANA</b>									<b>0,9025</b>

Sumber: Prelim kolom

Maka:

Gaya berat = 456623,25 kg

Luas rencana kolom = 902500 mm<sup>2</sup>

K = 300 kg/cm<sup>2</sup>

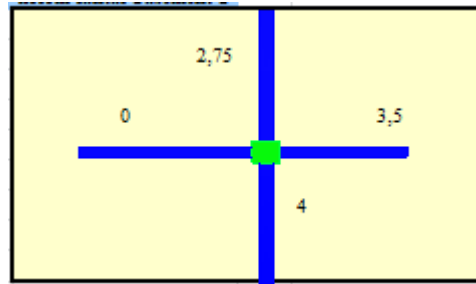
K = 3 kg/mm<sup>2</sup>

S = 2,49 kg/mm<sup>2</sup>

Syarat :  $V/A \leq 0,3 f_c'$

0,506 ≤ 0,747 ok

## 7. Kolom Lantai Basement 1



Gambar 4.6 Bentang pelat lantai

Sumber: Prelim kolom

Tebal pelat = 0,15 m

Luas pelat = 23,63 m

Dimensi balok h = 0,7 m

B = 0,45 m

Panjang balok = 10,25 m

Dimensi kolom = 0,95 m

= 0,95 m

Tinggi kolom = 4 m

Tabel 4.13 Prelim kolom Lantai 3

Jenis Beban	Tebal (m)	tinggi (m)	lebar (m)	panjang (m)	Luas (m <sup>2</sup> )	Beban			Berat (kg)
						(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m <sup>2</sup> )	(kg/m)	
<b>•MATI</b>									
a. Beban Plat	0,15				23,625	2400			8505,00
b. Beban B1		0,7	0,45	10,25		2400			7749,00
c. Beban B A 1		0,6	0,35	15		2400			7560
d. Beban B A 2		0,5	0,3	7		2400			2520
e. Beban Kolom		0,95	0,95	47,25		2400			102343,50
f. Beban Spesi	0,2				23,625		21		99,23
h. MEP					23,625		30		708,75
i. Granit					23,625		24		567,00
j. Plafond					23,625		20		472,50
<b>•HIDUP</b>									
a. Beban Orang					23,625		250		5906,25
<b>TOTAL</b>									<b>136431,23</b>
<b>LUAS KOLOM RENCANA</b>									<b>0,90</b>

Sumber: Prelim kolom

Maka:

$$\text{Gaya berat} = 660828,18 \text{ kg}$$

$$\text{Luas rencana kolom} = 902500 \text{ mm}^2$$

$$K = 300 \text{ kg/cm}^2$$

$$K = 3 \text{ kg/mm}^2$$

$$S = 2,49 \text{ kg/mm}^2$$

$$\text{Syarat : } V/A \leq 0,3 f_c'$$

$$0,7322 \leq 0,747 \text{ ok}$$

Dari hasil perhitungan di atas diperoleh ukuran kolom:

1. Kolom lasemen 1 dan 2 (95 x 95) cm
2. Kolom lantai 1 (95 x 95) cm
3. Kolom lantai 2 dan 3 (70x 70) cm
4. Kolom lantai 4 dan 5 (45 x 45) cm

## 4.2 Pembebanan

### 4.2.1 Beban Mati

#### 1. Beban pada lantai

##### a. Lantai dak beton

$$\text{BV spesi} = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV plafon} = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV MEP} = 25 \text{ kg/m}^2 +$$

$$87 \text{ kg/m}^2$$

##### b. Lantai 1,2,3,4,5

$$\text{BV spesi} = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV plafon} = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV MEP} = 25 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV Granit} = 24 \text{ kg/m}^2 +$$

$$111 \text{ kg/m}^2$$



c. Lantai 1,2,3,4,5

$$\text{BV spesi} = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV plafon} = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV MEP} = 25 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV granit} = 24 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV Pas } \frac{1}{2} \text{ Bata (Dinding)} = 250 \text{ kg/m}^2 + \\ 361 \text{ kg/m}^2$$

d. Lantai Basement 2

$$\text{BV spesi} = 42 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV plafon t} = 20 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV MEP} = 25 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{BV granit} = 24 \text{ kg/m}^2 +$$

$$111 \text{ kg/m}^2$$

## 2. Beban pada balok

### **Balok induk (70 x 45) cm**

$$\text{Tinggi gedung (H)} = 5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi dinding (T)} = 4,3 \text{ m}$$

$$\text{BV dinding} = 250 \text{ kg/m}^2 + \\ 1075 \text{ kg/m}^2$$

### **Balok induk (70 x 45) cm**

$$\text{Tinggi gedung (H)} = 4 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi dinding (T)} = 3,3 \text{ m}$$

$$\text{BV dinding} = 250 \text{ kg/m}^2 + \\ 825 \text{ kg/m}^2$$

### **Balok induk (70 x 45) cm**

$$\text{Tinggi gedung (H)} = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi dinding (T)} = 2,8 \text{ m}$$

$$\text{BV dinding} = 250 \text{ kg/m}^2 + \\ 700 \text{ kg/m}^2$$

**Balok anak 1 (60 x 35) cm**

Tinggi gedung (H) = 5 m

Tinggi dinding (T) = 4,4 m

$$\underline{\text{BV dinding}} = 250 \text{ kg/m}^2 + 1100 \text{ kg/m}^2$$

**Balok anak 1 (60 x 35) cm**

Tinggi gedung (H) = 4 m

Tinggi dinding (T) = 3,4 m

$$\underline{\text{BV dinding}} = 250 \text{ kg/m}^2 + 850 \text{ kg/m}^2$$

**Balok anak 2 (40 x 25) cm**

Tinggi gedung (H) = 5 m

Tinggi dinding (T) = 4,6 m

$$\underline{\text{BV dinding}} = 250 \text{ kg/m}^2 + 1150 \text{ kg/m}^2$$

**Balok anak 2 (40 x 25) cm**

Tinggi gedung (H) = 4 m

Tinggi dinding (T) = 3,6 m

$$\underline{\text{BV dinding}} = 250 \text{ kg/m}^2 + 900 \text{ kg/m}^2$$

**4.2.2 Beban Hidup**

**1. Lantai Dak Beton**

Berat beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020

$$\text{Pekerja} = 100 \text{ kg/m}^2$$

Beban hujan (Bh) =  $\alpha = 0$  (Kemiringan Atap)

$$\underline{(40 - 0,8 \times \alpha)} = 40 + 140 \text{ Kg/m}^2$$

## 2. Lantai 5,4,3

Berat beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020 Hal 25

Ruang kelas =  $250 \text{ kg/m}^2$

Toilet =  $200 \text{ kg/m}^2$

Koridor =  $383 \text{ kg/m}^2$

## 3. Lantai 2

Berat beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020 Hal 25

Ruang kelas =  $250 \text{ kg/m}^2$

Toilet =  $200 \text{ kg/m}^2$

Koridor =  $383 \text{ kg/m}^2$

Labor =  $479 \text{ kg/m}^2$

## 4. Lantai 1

Berat beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020 Hal 25

Toilet =  $200 \text{ kg/m}^2$

Koridor =  $383 \text{ kg/m}^2$

Kantor =  $250 \text{ kg/m}^2$

Pantry =  $200 \text{ kg/m}^2$

UKS =  $250 \text{ kg/m}^2$

Aula =  $479 \text{ kg/m}^2$

Ruang sanggar =  $250 \text{ kg/m}^2$

Ruang baca =  $287 \text{ kg/m}^2$

Ruang Penyimpanan buku =  $718 \text{ kg/m}^2$

## 5. Lantai 2

Berat beban hidup berdasarkan SNI 1727:2020 Hal 25

Lantai tempat ibadah =  $400 \text{ kg/m}^2$

### 4.3.1 Beban Gempa

#### 1. Data Tanah

program respon spektra peta gempa Indonesia 2021

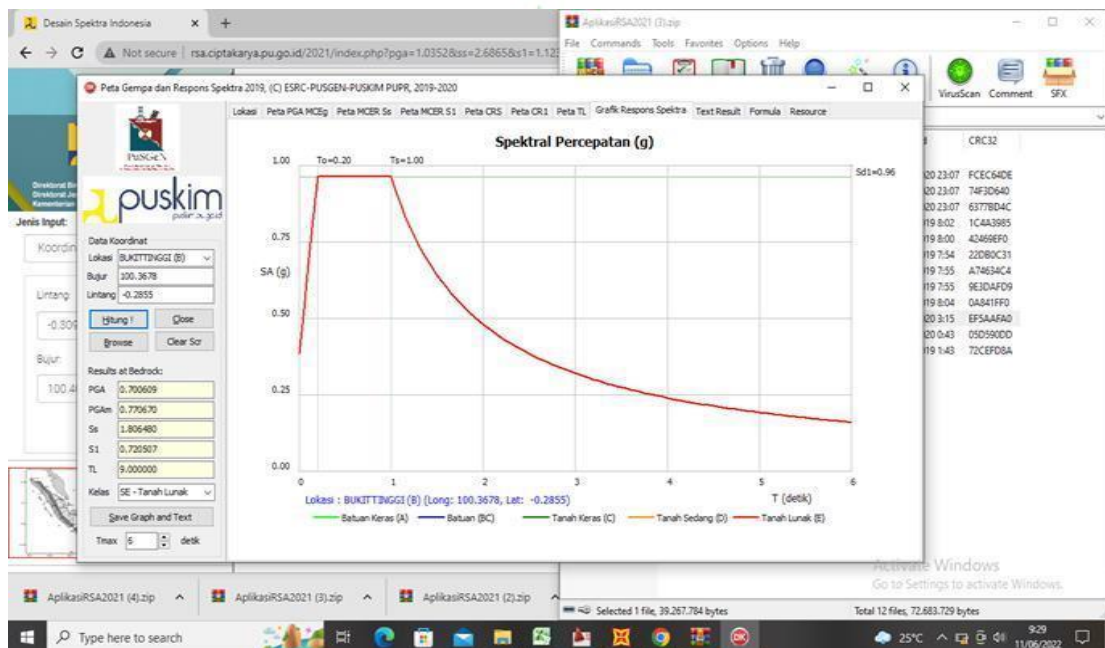
(C) Copyright Puskim-PusGeN-ESRC, 2019-2020

Nama Kota : Bukittinggi

Bujur/Longitudinal: 100,3678

Lintang/Latitude : -0,2855

Kelas Situs : SE-tanah lunak



Gambar 4.6 Grafik respon spektrum gempa

Sumber: Desain spektra pekerjaan umum

Data yang didapat ini diinput dalam aplikasi *SAP2000* sebagai beban gempa respon spektra.

Kategori desain seismik struktur:

Kategori resiko = IV (Sekolah)

Beban gempa respon spektrum 2020

Lokasi Sungai Pua, Kabupaten Agam, Sumatera Barat

$i$  = Faktor keutamaan gempa = 1,5

$r$  = Koefisien modifikasi respon = 8

$g$  = gempa = 9,81

$u$  = scale factor = 1,8394

$$u1 = 1,8394$$

$$u2 = 0,5518$$

Times (sec)	Value (g)	Times (sec)	Value (g)
0,000	0,3854	1,600	0,6004
0,050	0,5303	1,650	0,5822
0,100	0,6753	1,700	0,5651
0,150	0,8202	1,750	0,5490
0,199	0,9635	1,800	0,5337
0,200	0,9635	1,850	0,5193
0,250	0,9635	1,900	0,5056
0,300	0,9635	1,950	0,4927
0,350	0,9635	2,000	0,4803
0,400	0,9635	2,050	0,4686
0,450	0,9635	2,100	0,4575
0,500	0,9635	2,150	0,4468
0,550	0,9635	2,200	0,4367
0,600	0,9635	2,250	0,4270
0,650	0,9635	2,300	0,4177
0,700	0,9635	2,350	0,4088
0,750	0,9635	2,400	0,4003
0,800	0,9635	2,450	0,3921
0,850	0,9635	2,500	0,3843
0,900	0,9635	2,550	0,3767
0,950	0,9635	2,600	0,3695
0,997	0,9635	2,650	0,3625
1,000	0,9607	2,700	0,3558
1,050	0,9149	2,750	0,3493
1,100	0,8733	2,800	0,3431
1,150	0,8354	2,850	0,3371
1,200	0,8006	2,900	0,3313
1,250	0,7685	2,950	0,3257
1,300	0,7390	3,000	0,3202
1,350	0,7116	3,050	0,3150
1,400	0,6862	3,100	0,3099
1,450	0,6625	3,150	0,3050
1,500	0,6405	3,200	0,3002
1,550	0,6198	3,250	0,2956

3,300	0,2911	4,750	0,2022
3,350	0,2868	4,800	0,2001
3,400	0,2826	4,850	0,1981
3,450	0,2785	4,900	0,1961
3,500	0,2745	4,950	0,1941
3,550	0,2706	5,000	0,1921
3,600	0,2669	5,050	0,1902
3,650	0,2632	5,100	0,1884
3,700	0,2596	5,150	0,1865
3,750	0,2562	5,200	0,1847
3,800	0,2528	5,250	0,1830
3,850	0,2495	5,300	0,1813
3,900	0,2463	5,350	0,1796
3,950	0,2432	5,400	0,1779
4,000	0,2402	5,450	0,1763
4,050	0,2372	5,500	0,1747
4,100	0,2343	5,550	0,1731
4,150	0,2315	5,600	0,1715
4,200	0,2287	5,650	0,1700
4,250	0,2260	5,700	0,1685
4,300	0,2234	5,750	0,1671
4,350	0,2208	5,800	0,1656
4,400	0,2183	5,850	0,1642
4,450	0,2159	5,900	0,1628
4,500	0,2135	5,950	0,1615
4,550	0,2111		
4,600	0,2088		
4,650	0,2066		
4,700	0,2044		

Tabel 4.14 Variabel nilai spektra Indonesia

Variabel	Nilai
PGA (g)	1,03
$S_s$ (g)	3
$S_1$ (g)	1,12
PSA (g)	1,5
$S_{DS}$ (g)	1,43
$S_{D1}$ (g)	1,5
$T_0$ (g)	0,21
$T_1$ (g)	1,05

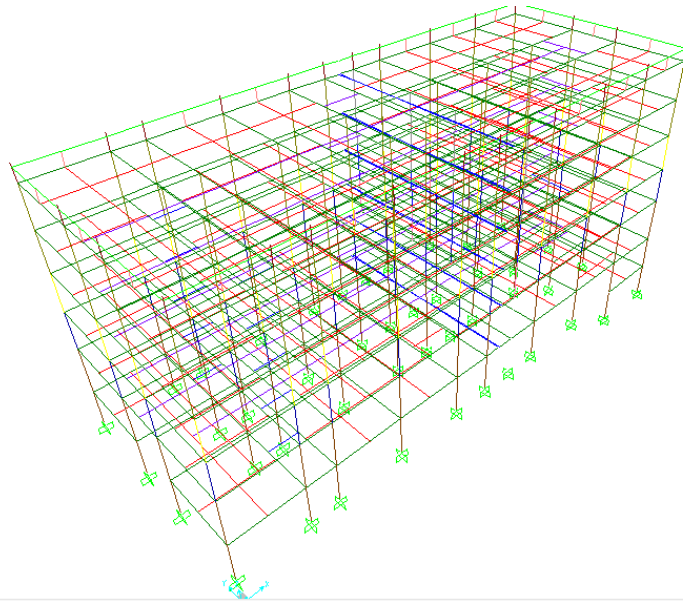
Sumber: Spektra Indonesia (2022)

## 2. Kombinasi Pembebanan Respon Spektrum

1. 1,4 D
2. 1,2 D + 1,6 L
3. 1,2 D + 1L + 1EQX + 0,3 EQY
4. 1,2 D + 1L - 1EQX + 0,3 EQY
5. 1,2 D + 1L + 1EQX - 0,3 EQY
6. 1,2 D + 1L - 1EQX - 0,3 EQY
7. 1,2 D + 1L + 0,3 EQX + 1EGY
8. 1,2 D + 1L - 0,3 EQX + 1EQY
9. 1,2 D + 1L + 0,3 EQX - 1EQY
10. 1,2 D + 1L - 0,3 EQX - 1EQY
11. 0,9 D + 1EQX + 0,3 EQY
12. 0,9 D - 1EQX + 0,3 EQY
13. 0,9 D + 1EQX - 0,3 EQY
14. 0,9 D - 1EQX - 0,3 EQY
15. 0,9 D + 0,3 EQX + 1 EQY
16. 0,9 D + 0,3 EQX + 1EQY
17. 0,9 D + 0,3 EQX - 1 EQY
18. 0,9 D - 0,3 EQX - 1EQY

## 4.3 Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi SAP2000

### 4.3.1 Menggambar Grid Bangunan



Gambar 4.7 Grid gedung

### 4.3.2 Mendefinisikan Penampang Beton

Dari hasil prelim digunakan penampang untuk tiap-tiap balok, dan pelat sebagai berikut:

1. Kolom

Kolom lantai B1 = (95 x 95) cm

Kolom lantai B2 = (95 x 95) cm

Kolom lantai 1 = (95 x 95) cm

Kolom lantai 2 = (70 x 70) cm

Kolom lantai 3 = (70 x 70) cm

Kolom lantai 4 = (45 x 45) cm

Kolom lantai 5 = (45 x 45) cm

2. Balok

Balok 1 = (70 x 45) cm

Balok anak 1 = (60 x 35) cm

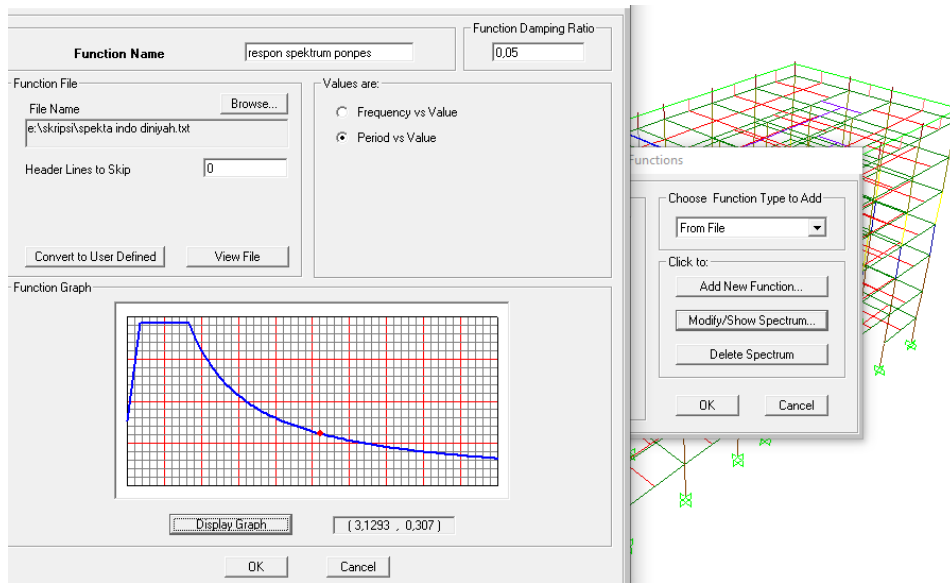
Balok anak 2 = (50 x 30) cm

Balok 1 = (45 x 25) cm





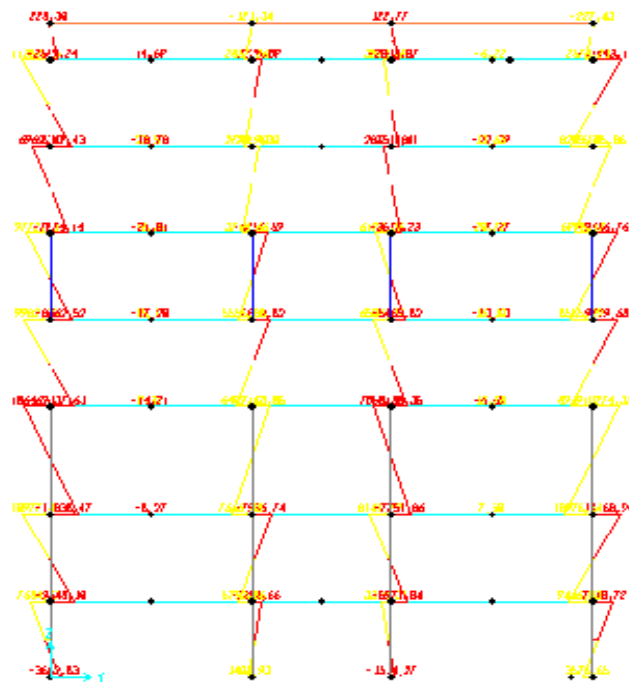
### 3. Beban Gempa



Gambar 4.10 Beban gempa

#### 4.3.4 Hasil Running SAP2000

Hasil *Running* aplikasi *SAP2000* didapatkan momen-momen yang nantinya digunakan pada perhitungan penulangan balok, kolom dan pelat lantai.



Gambar 4.11 Hasil running SAP2000

Rekap momen dari hasil perhitungan menggunakan aplikasi *SAP2000* :

Tabel 4.15 Rekap perhitungan momen

Balok induk 1 (70 x 45) cm, bentang 8 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M
MAX	18,823	264,122	0,050	34,220	0,257	295,315
MIN	- 7,300	- 267,512	- 0,076	- 33,818	- 0,201	- 601,898

Balok anak 1 (60 x 35) cm, bentang 8 m

	P	V2	V3	T	M3M2	M3
	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M
MAX	32,608	68,384	1,023	6,696	2,159	97,045
MIN	- 31,747	- 68,785	- 1,032	- 6,671	- 2,173	- 106,011

Balok anak 2 (30 x 50) cm, bentang 3,5 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M
MAX	23,056	34,187	0,209	3,778	0,589	38,341
MIN	- 20,597	0,362	- 0,205	- 4,040	- 0,583	- 68,059

Balok induk 2 (40 x 25) cm, bentang 4 m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M
MAX	8,125	4,886	0,040	1,521	0,098	22,400
MIN	- 6,524	- 19,044	- 0,040	- 1,770	- 0,101	- 36,193

Kolom 1 (95 x 95) cm

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M
max	- 1.570,489	6,985	- 40,678	- 0,016	125,822	7,974
min	- 2.584,306	1,993	- 63,277	- 0,035	- 127,288	- 19,968

Kolom 2 (70 x 70) cm

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M
MAX	- 1.620,372	- 3,892	- 19,699	0,010	65,472	15,998
MIN	- 3.114,620	- 7,420	- 30,643	0,005	- 57,101	- 13,682

Kolom 3 (45 X 45) cm

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN.M	KN.M	KN.M
MAX	- 756,376	1,349	18,267	0,024	31,662	3,118
MIN	- 1.464,641	0,689	11,743	0,013	- 41,405	- 2,277

Sumber: Hasil *running* SAP2000

#### 4.4 Perhitungan Tulangan Lentur dan Geser Balok

##### 1. Balok 1 (70cm x 45cm Bentang 8 M)

##### a. Tulangan lentur

##### 1.) Tulangan untuk tumpuan

Diketahui:

$$Mu = 601,83 \text{ kn m}$$

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$h = 700 \text{ mm}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = 660 \text{ mm}$$

$$fc' = 24,9 \text{ MPa}$$

$$fy = 400 \text{ MPa}$$

$\delta = 0,5$  (rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)

$$D = 22 \text{ mm}$$

$$Asl = 380,133 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan:

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

Dimana:

$$A = \frac{0,59 \times (1-\delta)^2 \times fy^2}{fc^2} = 947,791165$$

$$B = - [(1 - \delta) \times fy] + \{\delta \times fy \times 1-d'/d\} = - 387,87879$$

$$C = \frac{Mu}{\delta \times b \times d^2} = 3,83780992$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,399099105$$

$$\rho_1 = 0,010145888$$

Diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,0101459$$

luas tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 3013,3287 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b.) Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' &= \partial \times \rho \times b \times d \\ &= 15606663 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{sl}} = \frac{3013,3287}{380,133} = 7,9270438 = 8 \text{ batang}$$

b.) Tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{sl}} = \frac{15606663}{380,133} = 3,9635219 = 4 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal: 8 - D19 untuk tulangan tekan

4 - D19 untuk tulangan tarik

Maka:

Kebutuhan tulangan digunakan: 8 - D19 untuk tulangan tekan

4 - D19 untuk tulangan tarik

2.) Tulangan untuk lapangan

Diketahui:

$$M_u = 356,03 \text{ kn m}$$

$$b = 450 \text{ mm}$$

$$h = 800 \text{ mm}$$

$$d' = 30 \text{ mm}$$

$$d = 770 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,9 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$\partial = 0,5$  (rasio tulangan tekan dan tarik untuk untuk daerah rawan gempa)

$$D = 22 \text{ mm}$$

$$Asl = 380,133 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan:

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

Dimana:

$$A = \frac{0,59 \times (1-\delta)^2 \times fy^2}{fc^2} = 947,791165$$

$$B = - [(1 - \delta) \times fy] + \{\delta \times fy \times 1-d'/d\}$$
$$= - 387,87879$$

$$C = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = 3,837800992$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,3990991$$

$$\rho_2 = 0,0101459$$

Diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,0101459$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$As = \rho \times b \times d$$
$$= 3013,3287 \text{ mm}^2$$

b.) Tulangan tekan

$$As' = \delta \times \rho \times b \times d$$
$$= 1056,6643$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$n = \frac{As}{Asl} = \frac{3013,3287}{380,133} = 3,9635219 = 8 \text{ batang}$$

b.) Tulangan tekan

$$n' = \frac{As'}{Asl} = \frac{1056,6643}{380,133} = 3,9635219 = 4 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal: 8 - D19 untuk tulangan tekan  
4 - D19 untuk tulangan tarik

Maka:

Kebutuhan tulangan digunakan: 8 - D19 untuk tulangan tekan  
4 - D19 untuk tulangan tarik

b. Tulangan Geser

Data material balok:

Kuat tekan beton:  $f_c' = 24,9$  MPa

Tegangan leleh baja:  $f_y$  (BjTS-24) = 240 MPa

Faktor reduksi geser:  $\phi_s = 0,75$

Dimensi balok

Panjang bentang:  $L = 8000$  mm

Lebar balok:  $b = 450$  mm

Tinggi balok:  $h = 700$  mm

Selimut beton:  $d' = 40$  mm

Tinggi efektif beton:  $d = h - d' = 660$  mm

Gaya geser *ultimate* balok

Kuat geser *ultimate* balok:  $V_u = 267,51$  kn

(Dari hasil analisa struktur)

Kuat geser *ultimate* balok:  $V_u$  (tumpuan) = 267,51 kn

Kuat geser *ultimate* balok:  $V_u$  (tumpuan) = 133,76 kn

1.) Tulangan Geser Balok

a.) Tulangan untuk tumpuan

Tulangan geser balok (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d_s = 10$  mm

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2 (1/4 \pi d_s^2) = 157,08$

mm

Jarak antar sengkang:  $S = 150$  mm

Jarak sengkang maksimum:  $S_{maks} = 300$  mm

Kontrol jarak antar tulangan geser balok:

$$S \leq S_s$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 300,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

$$\text{Kuat geser beton: } V_c = 1/6[(\sqrt{f_c'}) / (b.d)] = 247 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser tulangan: } V_s = (A_v \times F_y \times D) / s = 165,88 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser nominal balok: } V_n = V_c + V_s = 412,88 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser rencana balok: } V_r = \phi_s \cdot V_n = 309,66 \text{ kn}$$

$$\text{Gaya geser } \textit{ultimate} \text{ balok: } V_u = 267,51 \text{ kn}$$

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$309,66 \text{ kn} \geq 267,51 \text{ kn} \dots \text{ok}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah: d 10 – 150**

b.) Tulangan untuk lapangan

(1) Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d = 10 \text{ mm}$

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang sengkang: } A_v &= 2 (1/4 \pi d^2) \\ &= 157,08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jarak antar sengkang:  $S = 200 \text{ mm}$

Jarak sengkang maksimum:  $S_{\text{maks}} = 300 \text{ mm}$

Kontrol jarak antar tulangan geser balok:

$$S \leq S_s$$

$$200,00 \text{ mm} \leq 300,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

$$\text{Kuat geser beton: } V_c = 1/6[(\sqrt{f_c'}) / (b.d)] = 247 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser tulangan: } V_s = (A_v \times F_y \times d) / s = 124,41 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser nominal balok: } V_n = V_c + V_s = 371,41 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser rencana balok: } V_r = \phi_s \times V_n = 278,56 \text{ kn}$$

$$\text{Gaya geser } \textit{ultimate} \text{ balok: } V_u = 133,76 \text{ kn}$$



Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$278,56 \text{ Kn} \geq 133,76 \text{ kn} \dots\dots\dots \text{ok}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah: d 10-200**

balok Induk 1 (70 x 45) cm		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	6 Ø 22	4 Ø 22
Tulangan Tengan	4 Ø 22	4 Ø 22
Tulangan bawah	4 Ø 22	6 Ø 22
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

Gambar 4.12 Detail penulangan balok induk (70 x 45)

Sumber: Hasil perhitungan penulangan kolom

2. Balok Anak 1 (60 x 35) cm Bentang 8 M

a. Tulangan Lentur

1.) Tulangan untuk tumpuan

Diketahui:

$$M_u = 106,01 \text{ kn m}$$

$$B = 350 \text{ mm}$$

$$H = 600 \text{ mm}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = 560 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,9 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$\rho = 0,5$  (rasio tulangan tekan dan tarik untuk untuk daerah rawan gempa)

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$A_{sl} = 201,062 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan:

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

Dimana:

$$A = \frac{0,59 \times (1-\delta)^2 \times f_y^2}{f_c^2} = 947,79116$$

$$B = - [\{1 - \delta\} \times f_y] + \{\delta \times f_y \times 1 - d'/d\} = - 385,71429$$

$$C = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = 1,20703046$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,403806759$$

$$\rho_2 = 0,003154501$$

Diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,003155$$

luas tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 618,2821 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b.) Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' &= \delta \times \rho \times b \times d \\ &= 309,1411 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}} = \frac{618,2821}{201,062} = 3,075083 = 4 \text{ batang}$$

b.) Tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{s1}} = \frac{309,1411}{201,062} = 1,537541 = 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal: 4 - D16 untuk tulangan tekan

2 - D16 untuk tulangan tarik

Maka:

Kebutuhan tulangan digunakan: 4 – D16 untuk tulangan tekan

3 – D16 untuk tulangan tarik

2.) Tulangan untuk lapangan

Diketahui:

$$M_u = 106,01 \text{ kn m}$$

$$b = 350 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = 560 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,9 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$\delta = 0,5$  (rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$A_{sl} = 201,062 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan:

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

Dimana:

$$A = \frac{0,59 \times (1-\delta)^2 \times f_y^2}{f_c^2} = 947,79116$$

$$B = - \{ [1 - \delta] \times f_y \} + \{ \delta \times f_y \times 1 - d'/d \}$$
$$= - 385,71429$$

$$C = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = 1,2073046$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,403807$$

$$\rho_2 = 0,003155$$

diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,003155$$

luas tulangan yang dibutuhkan

a) Tulangan tarik

$$A_s = \rho \times b \times d$$

$$= 618,2821 \text{ mm}^2$$

b) Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' &= \rho \times b \times d \\ &= 309,1411 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{sl}} = \frac{618,2821}{201,062} = 3,075083 = 4 \text{ batang}$$

b.) Tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{sl}} = \frac{309,1411}{201,062} = 1,53,7541 = 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal: 4 - D16 untuk tulangan tekan  
2 - D16 untuk tulangan tarik

Maka:

Kebutuhan tulangan digunakan: 4 - D16 untuk tulangan tekan  
3 - D16 untuk tulangan tarik

b. Tulangan Geser

Data material balok:

Kuat tekan beton:  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja:  $f_y$  (BjTS-24)  $240 \text{ MPa}$

Faktor reduksi geser:  $\phi_s = 0,75$

Dimensi balok

Panjang bentang:  $L = 8000 \text{ mm}$

Lebar balok:  $b = 350 \text{ mm}$

Tinggi balok:  $h = 600 \text{ mm}$

Selimut beton:  $d' = 40 \text{ mm}$

Tinggi efektif beton:  $d = h - d' = 560 \text{ mm}$

Gaya geser *ultimate* balok

Kuat geser *ultimate* balok:  $V_u = 68,785 \text{ kn}$  (Dari hasil analisa struktur)

Kuat geser *ultimate* balok:  $V_u$  (tumpuan) = 68,785 kn

Kuat geser *ultimate* balok:  $V_u$  (lapangan) = 34,39 kn

1.) Tulangan untuk tumpuan

a.) Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d_s = 10$  mm

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2 (1/4 \pi d_s^2) = 157,08$   
mm

Jarak antar sengkang:  $S = 150$  mm

Jarak sengkang maksimum :  $S_{maks} = 280$  mm

Kontrol jarak antar tulangan geser balok:

$$S \leq S_s$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 285,00 \text{ mm}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton:  $V_c = 1/6[(\sqrt{f_c'}) / (b.d)] = 163,01$  kn

Kuat geser tulangan:  $V_s = (A_v \times F_y \times D) / s = 140,74$  kn

Kuat geser nominal balok:  $V_n = V_c + V_s = 303,75$  kn

Kuat geser rencana balok:  $V_r = \phi_s \times V_n = 227,81$  kn

Gaya geser *ultimate* balok:  $V_u = 68,79$  kn

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$227,81 \text{ kn} \geq 68,79 \text{ kn}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah: d 10-150**

2.) Tulangan untuk lapangan

a.) Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d_s = 10$  mm

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2(1/4 \pi d_s^2) = 157,08$   
mm

Jarak antar sengkang:  $S = 200$  mm

Jarak sengkang maksimum:  $S_{maks} = 280 \text{ mm}$

Kontrol jarak antar tulangan geser balok:

$$S \leq S_s$$

$200,00 \text{ mm} \leq 280,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton:  $V_c = 1/6[(\sqrt{f_c'}) / (b.d)] = 163,01 \text{ kn}$

Kuat geser tulangan  $V_s = (A_v \times F_y \times d) / s = 105,56 \text{ kn}$

Kuat geser nominal balok:  $V_n = V_c + V_s = 268,56 \text{ kn}$

Kuat geser rencana balok:  $V_r = \phi_s V_n = 201,42 \text{ kn}$

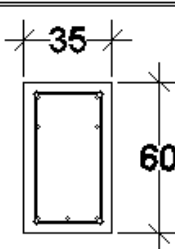
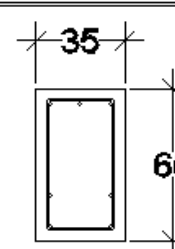
Gaya geser *ultimate* balok:  $V_u = 34,39 \text{ kn}$

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$201,42 \text{ kn} \geq 34,39 \text{ kn} \dots \text{ok}$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah: d 10-200**

<b>Balok anak 1 (60 x 35) cm</b>		
<b>Keterangan</b>	<b>Tumpuan</b>	<b>Lapangan</b>
<b>Sketsa Gambar</b>		
Tulangan Atas	<b>4 Ø 16</b>	<b>3 Ø 16</b>
Tulangan Tengah		
Tulangan bawah	<b>3 Ø 16</b>	<b>4 Ø 16</b>
Sengkang	<b>Ø 10 - 100</b>	<b>Ø 10 - 150</b>

Gambar 4.13 Detail penulangan balok induk (60 x 35)

Sumber: Hasil perhitungan penulangan kolom

3. Balok Anak 2 (50 x 30) cm bentang 3,5 m

a. Tulangan Lentur

1.) Tulangan untuk tumpuan

Diketahui:

$$M_u = 68,059 \text{ kn.m}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

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

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = 460 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,9 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$\delta = 0,5$  (rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$A_{sl} = 201,062 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan:

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

Dimana:

$$A = \frac{0,59 \times (1-\delta)^2 \times f_y^2}{f_c^2} = 947,791165$$

$$B = - \{ [1 - \delta] \times f_y \} + \{ \delta \times f_y \times 1 - d'/d \} = - 382,6078$$

$$C = \frac{M_u}{\delta \times b \times d^2} = 1,34016619$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,40015096$$

$$\rho_2 = 0,003533639$$

Diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,003533639$$

luas tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 487,64214 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b.) Tulangan tekan

$$\begin{aligned}As' &= \rho \times b \times d \\ &= 243,82107 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$n = \frac{As}{Asl} = \frac{487,64214}{201,062} = 2,425333 = 3 \text{ batang}$$

b.) Tulangan tekan

$$n' = \frac{As'}{Asl} = \frac{243,82107}{201,062} = 1,2126665 = 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal: 3 - D13 untuk tulangan tekan

2 - D13 untuk tulangan tarik

Maka:

Kebutuhan tulangan digunakan: 4 - D13 untuk tulangan tekan

3 - D13 untuk tulangan tarik

2.) Tulangan untuk lapangan

Diketahui:

$$Mu = 68,06 \text{ kn.m}$$

$$b = 300 \text{ mm}$$

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

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = 460 \text{ mm}$$

$$fc' = 24,9 \text{ MPa}$$

$$fy = 400 \text{ MPa}$$

$\rho = 0,5$  (rasio tulangan tekan dan tarik untuk untuk daerah rawan gempa)

$$D = 16 \text{ mm}$$

$$Asl = 201,062 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan:

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

Dimana:



$$A = \frac{0,59 \times (1-\delta)^2 \times f_y^2}{f_c^2} = 947,791165$$

$$B = - \{ [1 - \delta] \times f_y \} + \{ \delta \times f_y \times 1 - d'/d \} = - 382,6087$$

$$C = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = 1,34016619$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,400151$$

$$\rho_1 = 0,0035336$$

diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,0035336$$

luas tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 487,64214 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

b.) Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' &= \delta \times \rho \times b \times d \\ &= 243,82107 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{sl}} = \frac{487,64214}{201,062} = 2,425333 = 3 \text{ batang}$$

b.) Tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{sl}} = \frac{243,82107}{601,062} = 1,2126665 = 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal: 3 – D16 untuk tulangan tekan

2 - D16 untuk tulangan tarik

Maka:

Kebutuhan tulangan digunakan: 4 - D13 untuk tulangan tekan

3 - D13 untuk tulangan Tarik

b. Tulangan Geser

Data material balok:

Kuat tekan beton:  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja:  $f_y$  (BjTS-24) = 240 MPa

Faktor reduksi geser:  $\phi_s = 0,75$

Dimensi balok:

Panjang bentang:  $L = 3500$  mm

Lebar balok :  $b = 300$  mm

Tinggi balok :  $h = 500$  mm

Selimit beton :  $d' = 40$  mm

Tinggi efektif beton:  $d = h - d' = 460$  mm

Gaya geser *ultimate* balok

Kuat geser ultimate balok:  $V_u = 34,187$  kn (Dari hasil analisa struktur)

Kuat geser ultimate balok:  $V_u$  (tumpuan) = 34,187 kn

Kuat geser ultimate balok:  $V_u$  (lapangan) = 17,09 kn

1.) Tulangan untuk tumpuan

a.) Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d_s = 10$  mm

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2 (1/4 \pi d_s^2) = 157,08$  mm

Jarak antar sengkang:  $S = 150$  mm

Jarak sengkang maksimum:  $S_{maks} = 230$  mm

Kontrol jarak antar tulangan geser balok:

$$S \leq S_s$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 230,00 \text{ mm}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan:

Kuat geser beton:  $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b \times d)] = 114,77$  kn

Kuat geser tulangan:  $V_s = (A_v \times F_y \times D) / s = 115,61$  kn

Kuat geser nominal balok:  $V_n = V_c + V_s = 230,38$  kn

Kuat geser rencana balok:  $V_r = \phi_s \cdot V_n = 172,79$  kn

Gaya geser *ultimate* balok:  $V_u = 34,19 \text{ kn}$

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$172,79 \text{ Kn} \geq 34,19 \text{ kn}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah: d 10-150**

2.) Tulangan untuk lapangan

a.) Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d_s = 10 \text{ mm}$

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2 (1/4 \pi d_s^2) = 157,08$   
mm

Jarak antar sengkang:  $S = 200 \text{ mm}$

Jarak sengkang maksimum:  $S_{maks} = 230 \text{ mm}$

Kontrol jarak antar tulangan geser balok:

$$S \leq S_s$$

$$200,00 \text{ mm} \leq 230,00 \text{ mm ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan:

Kuat geser beton:  $V_c = 1/6[(\sqrt{f_c'}) / (b \times d)] = 114,77 \text{ kn}$

Kuat geser tulangan:  $V_s = (A_v \times F_y \times d) / s = 86,71 \text{ kn}$

Kuat geser nominal balok:  $V_n = V_c + V_s = 201,48 \text{ kn}$

Kuat geser rencana balok:  $V_r = \phi_s V_n = 151,11 \text{ kn}$

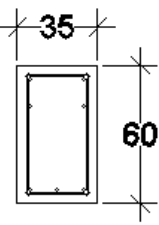
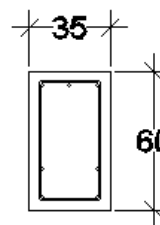
Gaya geser *ultimate* balok:  $V_u = 17,09 \text{ kn}$

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$154,39 \text{ Kn} \geq 16,84 \text{ Kn ok}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah: d 10–200**

Balok anak 1 (60 x 36) cm		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	4 Ø 16	3 Ø 16
Tulangan Tengah		
Tulangan bawah	3 Ø 16	4 Ø 16
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

Gambar 4.14 Detail penulangan balok induk (50 x 30)

Sumber: Hasil perhitungan penulangan kolom

4 Balok induk (40cm x 25cm) bentang 4 m

a. Tulangan Lentur

1.) Tulangan Untuk Tumpuan

Diketahui:

$$M_u = 36,193 \text{ kn m}$$

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

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = 360 \text{ mm}$$

$$f_c' = 24,9 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$\rho = 0,5$  (rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)

$$D = 13 \text{ mm}$$

$$A_{sl} = 132,732 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan:

$$A_p^2 + B_p + C = 0$$

Dimana:

$$A = \frac{0,59 \times (1-\partial)^2 \times f_y^2}{f_c^2} = 947,791165$$

$$B = - \{ [1 - \partial] \times f_y \} + \{ \partial \times f_y \times 1-d'/d \} = - 377,77778$$

$$C = \frac{M_u}{\phi \times b \times d^2} = 1,39633488$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,394856464$$

$$\rho_1 = 0,003731107$$

diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,0037311$$

luas tulangan yang dibutuhkan

Tulangan tarik

$$\begin{aligned} A_s &= \rho \times b \times d \\ &= 335,79961 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' &= \partial \times \rho \times b \times d \\ &= 167,8998 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}} = \frac{335,79961}{132,732} = 2,5299041 = 3 \text{ batang}$$

b.) Tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{s1}} = \frac{167,8998}{132,732} = 1,2649507 = 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal: 3 - D13 untuk tulangan tekan

2- D13 untuk tulangan tarik

Maka:

Kebutuhan tulangan digunakan: 3 - D13 untuk tulangan tekan

2 - D13 untuk tulangan Tarik

2.) Tulangan untuk lapangan

Diketahui:

$$Mu = 36,19 \text{ kn m}$$

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

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$d = 360 \text{ mm}$$

$$fc' = 24,9 \text{ MPa}$$

$$fy = 400 \text{ MPa}$$

$\partial = 0,5$  (rasio tulangan tekan dan tarik untuk daerah rawan gempa)

$$D = 13 \text{ mm}$$

$$Asl = 132,732 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan:

$$A\rho^2 + B\rho + C = 0$$

Dimana:

$$A = \frac{0,59 \times (1-\partial)^2 \times fy^2}{fc^2} = 947,791165$$

$$B = - \{ [1 - \partial] \times fy \} + \{ \partial \times fy \times 1-d'/d \}$$
$$= - 377,77778$$

$$C = \frac{Mu}{\phi \times b \times d^2} = 1,39633488$$

Dengan rumus abc, didapatkan nilai  $\rho$

$$\rho_1 = 0,3948565$$

$$\rho_1 = 0,0037311$$

Diambil nilai  $\rho$  terkecil dan positif

$$\rho = 0,0037311$$

Luas tulangan yang dibutuhkan:

a.) Tulangan tarik

$$As = \rho \times b \times d$$
$$= 335,79961 \text{ mm}^2$$

b.) Tulangan tekan

$$\begin{aligned} A_s' &= \rho \times b \times d \\ &= 167,8998 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

a.) Tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{sl}} = \frac{335,79961}{132,732} = 2,599014 = 3 \text{ batang}$$

b.) Tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{sl}} = \frac{167,898}{132,732} = 1,2649507 = 2 \text{ batang}$$

Kebutuhan tulangan minimal: 3 - D13 untuk tulangan tekan

2 - D13 untuk tulangan tarik

Maka:

Kebutuhan tulangan digunakan: 3 - D13 untuk tulangan tekan

2 - D13 untuk tulangan tarik

b. Tulangan Geser

Data material balok

Kuat tekan beton:  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja:  $f_y \text{ (BjTS-24)} = 240 \text{ MPa}$

Faktor reduksi geser:  $\phi_s = 0,75$

Panjang bentang:  $L = 3500 \text{ mm}$

Lebar balok:  $b = 250 \text{ mm}$

Tinggi balok:  $h = 400 \text{ mm}$

Selimut beton:  $d' = 40 \text{ mm}$

Tinggi efektif beton:  $d = h - d' = 360 \text{ mm}$

Gaya geser *ultimate* balok

Kuat geser *ultimate* balok (Dari hasil analisa struktur):  $V_u = 19,004 \text{ kn}$

Kuat geser *ultimate* balok:  $V_u \text{ (tumpuan)} = 19,004 \text{ kn}$

Kuat geser *ultimate* balok:  $V_u \text{ (lapangan)} = 9,50 \text{ kn}$

1.) Tulangan untuk tumpuan

a.) Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d_s = 10 \text{ mm}$

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2 (1/4 \pi d_s^2) = 157,08 \text{ mm}^2$

Jarak antar sengkang :  $S = 100 \text{ mm}$

Jarak sengkang maksimum:  $S_{maks} = 180 \text{ mm}$

Kontrol jarak antar tulangan geser balok:

$$S \leq S_s$$

$$100,00 \text{ mm} \leq 180,00 \text{ mm}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

Kuat geser beton:  $V_c = 1/6[(\sqrt{f_c'}) / (b \times d)] = 74,85 \text{ kn}$

Kuat geser tulangan:  $V_s = (A_v \times F_y \times D) / s = 134,72 \text{ kn}$

Kuat geser nominal balok:  $V_n = V_c + V_s = 210,57 \text{ kn}$

Kuat geser rencana balok:  $V_r = \phi_s \times V_n = 157,92 \text{ kn}$

Gaya geser *ultimate* balok:  $V_u = 19,004 \text{ kn}$

Kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$157,92 \text{ kn} \geq 19,00 \text{ kn}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah: d 10-100**

2.) Tulangan untuk lapangan

a.) Tulangan geser balok

Tulangan geser balok (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d_s = 10 \text{ mm}$

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2 (1/4 \pi d_s^2) = 157,08 \text{ mm}^2$

Jarak antar sengkang:  $S = 150 \text{ mm}$

Jarak sengkang maksimum:  $S_{maks} = 180 \text{ mm}$



Kontrol jarak antar tulangan geser balok:

$$S \leq S_s$$

$$150 \text{ mm} \leq 180,00 \text{ mm} \dots \text{ok}$$

Kuat geser beton dan baja tulangan

$$\text{Kuat geser beton: } V_c = 1/6[(\sqrt{f_c'}) / (b \times d)] = 74,85 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser tulangan geser: } V_s = (A_v \cdot F_y \cdot d) / s = 90,48 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser nominal balok: } V_n = V_c + V_s = 165,33 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser rencana balok: } V_r = \phi_s \cdot V_n = 124,00 \text{ kn}$$

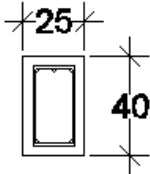
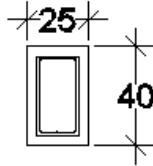
$$\text{Gaya geser } \textit{ultimate} \text{ balok: } V_u = 9,5 \text{ Kn}$$

kontrol kuat geser rencana balok

$$V_r \geq V_u$$

$$124,00 \text{ kn} \geq 9,5 \text{ kn ok}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah: d 10-150**

Balok induk 2 (40 x 25) cm		
Keterangan	Tumpuan	Lapangan
Sketsa Gambar		
Tulangan Atas	3 Ø 13	2 Ø 13
Tulangan Tengan		
Tulangan bawah	2 Ø 13	3 Ø 13
Sengkang	Ø 10 - 100	Ø 10 - 150

Gambar 4.15 Detail penulangan balok induk (45 x 25)

Sumber: Hasil perhitungan penulangan kolom

#### 4.5 Analisa Desain Lentur dan Geser Kolom

##### 1. Kolom 1 (95 x 95) cm

###### a. Desain Lentur

$$b = 950 \text{ mm}$$

$$h = 950 \text{ m}$$

$$D = 22 \text{ mm}$$

$$f_c = 24,9 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$d = 1220 \text{ MPa}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$n \text{ tulangan} = 32 \text{ bh}$$

$$y = 475 \text{ mm}$$

1.) Kapasitas maksimum ( $P_o$ ) dari kolom

$$\begin{aligned} P_o &= 0,85 \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \times f_c (902500 - 12164,25) + 12164,25 \times 400 \\ &= 23709654,92 \text{ n} \\ &= 23,709,65492 \text{ kn} \end{aligned}$$

2.) Kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned} P_n (\text{max}) &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 23709,655 \\ &= 18967,724 \text{ kn} \end{aligned}$$

3.) Eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned} e_{\min} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 950 \\ &= 95 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.) Kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned} \phi P_n (\text{max}) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 12329,021 \text{ kn} \end{aligned}$$

5.) Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*)

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f'_c \times a_b \times b \times x + A_s' \times f_s' - A_s \times f_y \quad (f_s' = f_y) \\ &= \frac{0,85 \times 24,9 \times 0,85 \times 600 \times 910 \times 950}{600 + 400} \\ &= 9331542,675 \text{ n} \\ &= 9331,542675 \text{ kn} \end{aligned}$$

$$M_{nb} = P_{nb} \times e_b$$

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{600}{600+f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600+400} \times 910 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_b &= 0,85 \times c_b \\
 &= 0,85 \times 546 \\
 &= 464,1 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 f_s' &= E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left(\frac{c-d'}{c}\right) \\
 &= 600 \times \left(\frac{546-40}{732546}\right) = 556,04396
 \end{aligned}$$

$$f_s' \geq f_y, f_s' = f_y = 400$$

$$\begin{aligned}
 f_s &= E_s \times \epsilon_s = 600 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) \\
 &= 600 \times \left(\frac{910-546}{546}\right) \\
 &= 400
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y-a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') \\
 &= 4383677228 \text{ nm m} \\
 &= 4383,677228 \text{ kn m}
 \end{aligned}$$

6.) Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = 0,46976983 \text{ m} \\
 &= 469,769831 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\phi \times P_{nb} = 6065,503 \text{ kn}$$

$$\phi \times M_{nb} = 3506,942 \text{ kn}$$

7.) Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$M_n = A_s \times f_y \frac{d-0,59 \times a_s \times f_y}{f_c' \times b} = 2066,268051 \text{ kn m}$$

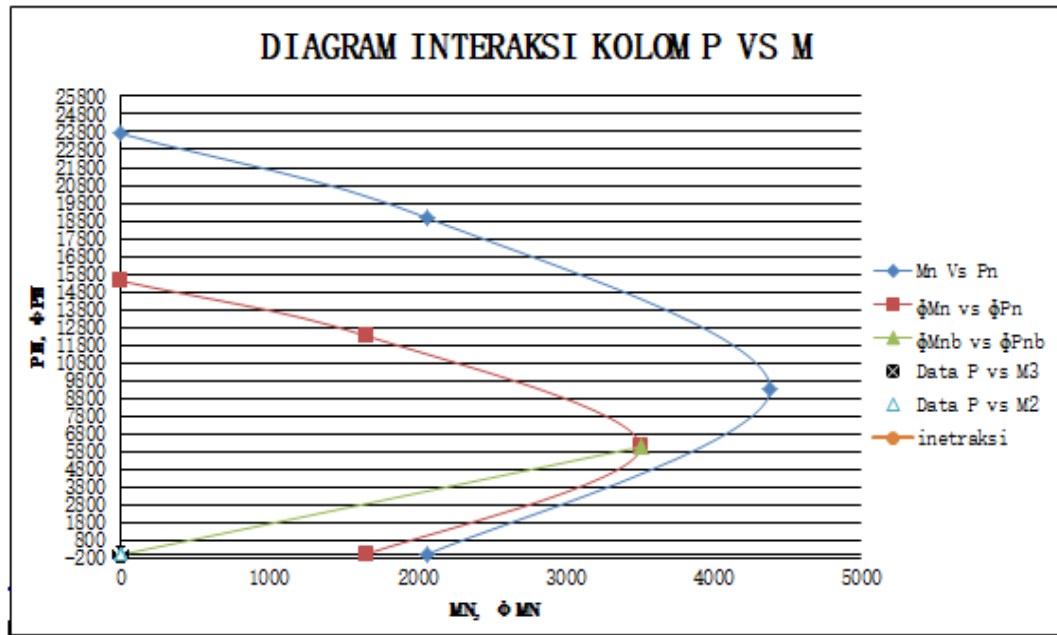
$$\phi M_n = 1653,014444 \text{ kn m}$$

$$\text{Syarat: } \phi M_n \geq M_u$$

$$1.653,014 \geq 122,384 \dots \text{ok}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$12.329,021 \geq 5077,04 \dots \text{ok}$$



Gambar 4.16 Diagram interaksi kolom 95 x 95 cm P VS M

Sumber: Hasil perhitungan penulangan

Maka tulangan yang dipakai adalah; 32D - 22

b. Kapasitas Geser Kolom

Data material kolom

Kuat tekan beton:  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja:  $f_y \text{ (BJTS-24)} = 240 \text{ MPa}$

Faktor reduksi geser:  $\phi_s = 0,75$

1.) Dimensi Kolom

Lebar kolom :  $b = 950 \text{ mm}$

Tinggi kolom :  $h = 950 \text{ mm}$

Selimut beton :  $d' = 40 \text{ mm}$

tinggi efektif beton:  $d \text{ h-d}' = 920 \text{ mm}$

2.) Tulangan Geser Pokok

Tulangan geser kolom (sengkang/begel)

Diameter sengkang :  $d_s = 10 \text{ mm}$

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2[1/4\pi d_s^2]$  sengkang 2 kaki 157

Jarak antara sengkang :  $S = 150 \text{ mm}$

Jarak sengkang maksimum:  $S_{maks} = 300 \text{ mm}$

Kontrol Jarak Tulangan Geser Kolom

$$S \leq S_{maks}$$

$$150 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$$

3.) Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat geser beton :  $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] = 718,97 \text{ kn}$

Kuat geser tulangan :  $V_s = (A_v \times f_y \times d_s) / s = 228,71 \text{ kn}$

Kuat geser nominal Kolom:  $V_n = V_c + V_s = 947,68 \text{ kn}$

Kuat geser rencana kolom :  $V_r = \phi_s V_n = 710,76 \text{ kn}$

Kuat geser *ultimate* kolom (Dari hasil analisis struktur):  $V_u = 47,1 \text{ kn}$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$710,76 \text{ kn} \geq 47,1 \text{ kn}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah = Ø 10-150**

Keterangan	Kolom (95 / 95) cm (K2)	
	Tumpuan	Lapangan
Tulangan	32 - D22	32 - D22
Sengkang	Ø10 - 150	Ø10 - 200

Gambar 4.17 Detail penulangan kolom 1 (95 x 95) cm

Sumber: Detail hasil perhitungan tulangan kolom

2. Kolom 2 (70 x 70) cm

a. Desain Lentur

$$b = 700 \text{ mm}$$

$$h = 700 \text{ mm}$$

$$D = 22 \text{ mm}$$

$$f_c = 24,9 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$d = 920 \text{ MPa}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$n \text{ tulangan} = 20 \text{ bh}$$

$$y = 350 \text{ mm}$$

1.) Kapasitas maksimum ( $P_o$ ) dari kolom

$$\begin{aligned} P_o &= 0,85 \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \times f_c (490000 - 7602,645) + 7602,645 \times 400 \\ &= 13251001,51 \text{ n} \\ &= 13251,00151 \text{ kn} \end{aligned}$$

2.) Kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned} P_n (\text{max}) &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 13251,002 \\ &= 10600,801 \text{ kn} \end{aligned}$$

3.) Eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned} e_{\min} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 700 \\ &= 70 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.) Kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned} \phi P_n (\text{max}) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 6890,5208 \text{ kn} \end{aligned}$$

5.) Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*)

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f'_c \times a_b \times b \times x + A_{s'} \times f_{s'} - A_s \times f_y \quad (f_{s'} = f_y) \\ &= \frac{0,85 \times 24,9 \times 0,85 \times 600 \times 660 \times 700}{600 + 400} \\ &= 4986897,3 \text{ n} \end{aligned}$$

$$= 4986,8973 \text{ kn}$$

$$M_{nb} = P_{nb} \times e_b$$

$$C_b = \frac{600}{600 + f_y} \times d$$

$$= \frac{600}{600 + 400} \times 660 = 396 \text{ mm}$$

$$a_b = 0,85 \times c_b$$

$$= 0,85 \times 396$$

$$= 336,6 \text{ mm}$$

$$f_s' = E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left(\frac{c-d'}{c}\right)$$

$$= 600 \times \left(\frac{396-40}{396}\right) = 539,39394$$

$$f_s' \geq f_y, f_s' = f_y = 400$$

$$f_s = E_s \times \epsilon_s = 600 \times \left(\frac{d-c}{c}\right)$$

$$= 600 \times \left(\frac{660-396}{396}\right)$$

$$= 400$$

$$M_{nb} = 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d')$$

$$= 1848848363 \text{ nm}$$

$$= 1848848363 \text{ kn m}$$

6.) Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = 0,37074121 \text{ m}$$

$$= 370,74 \text{ mm}$$

$$\phi \times P_{nb} = 3241,483 \text{ kn}$$

$$\phi \times M_{nb} = 1479,079 \text{ kn m}$$

7.) Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$M_n = A_s \times f_y \frac{d - 0,59 \times a_s \times f_y}{f_c' \times b} = 925,29 \text{ kn m}$$

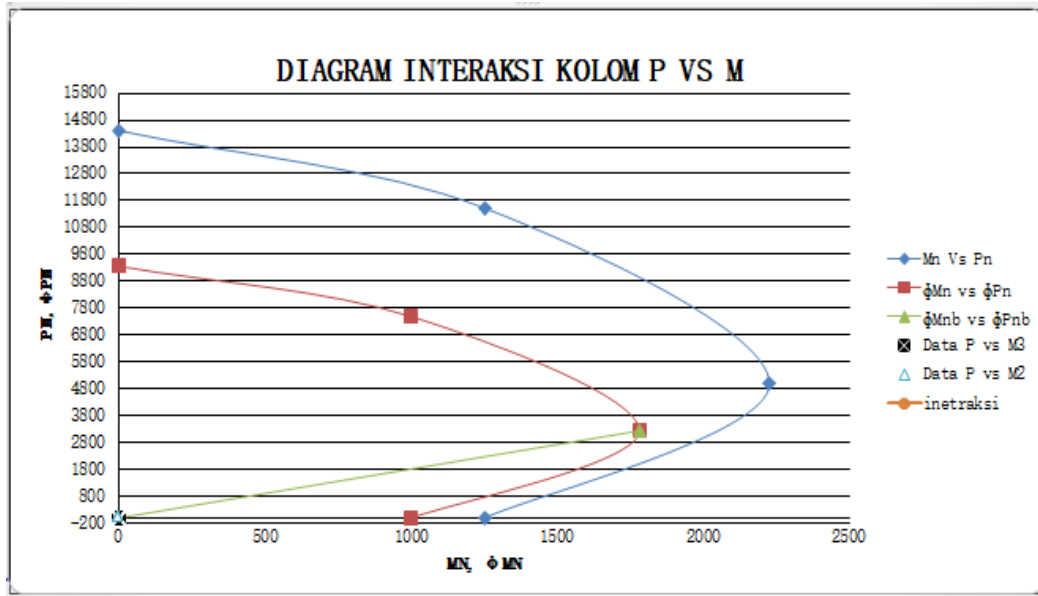
$$\phi M_n = 740,23 \text{ kn m}$$

$$\text{Syarat: } \phi M_n \geq M_u$$

$$740,232 \geq 65,4717 \dots \text{ok}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$6.890,52 \geq 3.114,62 \dots \text{ok}$$



Gambar 4.18 Diagram interaksi kolom (70 x 70) cm P VS M

Sumber: Hasil perhitungan penulangan

Maka tulangan yang dipakai adalah: 36D-22

b. Kapasitas Geser

Data material kolom:

Kuat tekan beton:  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja:  $f_y \text{ (BJTS-24)} = 240 \text{ MPa}$

Faktor reduksi geser:  $\phi_s = 0,75$

Dimensi Kolom:

lebar kolom :  $b = 700 \text{ mm}$

tinggi kolom :  $h = 700 \text{ mm}$

selimut beton:  $d' = 40 \text{ mm}$

tinggi efektif beton:  $d = h - d' = 660 \text{ mm}$

Tulangan Geser Pokok:

Tulangan geser kolom (sengkang/begel)

Diameter sengkang:  $d_s = 10 \text{ mm}$

Luas penampang sengkang:  $A_v = 2[1/4\pi d_s^2] \text{ sengkang } 2 \text{ kaki } 157,08 \text{ mm}^2$

Jarak antara sengkang:  $s = 150 \text{ mm}$



Jarak sengkang maksimum:  $S_{maks} = 300 \text{ mm}$

Kontrol Jarak Tulangan Geser Kolom

$$S \leq S_{maks}$$

$$150 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan:

$$\text{Kuat geser beton: } V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] = 384,23 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser tulangan geser: } V_s = (A_v \cdot f_y \cdot d_s) / s = 165,88 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat Geser Nominal Kolom: } V_n = V_c + V_s = 550,11 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser rencana kolom: } V_r = \phi_s V_n = 412,58 \text{ kn}$$

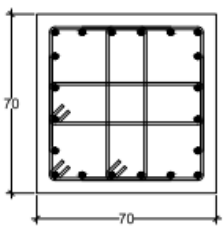
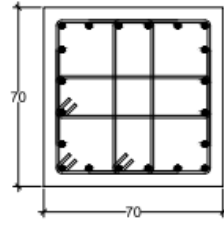
$$\text{Kuat geser } ultimate \text{ kolom (dari hasil analisis struktur): } V_u = 30,64 \text{ kn}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$412,58 \text{ kn} \geq 30,64 \text{ kn}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah = Ø10-150**

Keterangan	Kolom anak 1 (70/70) cm (K)	
		
	Tumpuan	Lapangan
Tulangan	20 - D22	20 - D22
Sengkang	Ø10 - 150	Ø10 - 200

Gambar 4.19 Detail penulangan kolom (70 x 70) cm

Sumber: Detail hasil perhitungan tulangan kolom

3. Kolom (45 x 45) cm
  - a. Desain Lentur
    - b = 450 mm
    - h = 450 mm

$$D = 22 \text{ mm}$$

$$f_c = 24,9 \text{ MPa}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa}$$

$$d = 920 \text{ MPa}$$

$$d' = 40 \text{ mm}$$

$$n \text{ tulangan} = 16 \text{ bh}$$

$$y = 475 \text{ mm}$$

1.) Kapasitas maksimum ( $P_o$ ) dari kolom

$$\begin{aligned} P_o &= 0,85 \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \times f_c (202500 - 6082,123) + 6082,123 \times 400 \\ &= 6590033,71 \text{ n} \\ &= 6590,03371 \text{ kn} \end{aligned}$$

2.) Kekuatan nominal maksimum penampang kolom

$$\begin{aligned} P_n (\text{max}) &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 6590,03371 \\ &= 5272,027 \text{ kn} \end{aligned}$$

3.) Eksentrisitas minimum

$$\begin{aligned} e_{\min} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 450 \\ &= 45 \text{ mm} \end{aligned}$$

4.) Kuat tekan rencana kolom

$$\begin{aligned} \phi P_n (\text{max}) &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times P_o \\ &= 3426,8175 \text{ Kn} \end{aligned}$$

5.) Kapasitas penampang pada kondisi seimbang (*balance*)

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f'_c \times a_b \times b \times x + A_{s'} \times f_{s'} - A_s \times f_y \quad (f_{s'} = f_y) \\ &= \frac{0,85 \times 24,9 \times 0,85 \times 600 \times 410 \times 450}{600+400} = 1991520,675 \text{ n} \\ &= 1991,520675 \text{ kn} \end{aligned}$$

$$M_{nb} = P_{nb} \times e_b$$

$$C_b = \frac{600}{600+f_y} \times d$$

$$= \frac{600}{600+400} \times 410 = 246 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} a_b &= 0,85 \times c_b \\ &= 0,85 \times 246 \\ &= 209,1 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} f_s' &= E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left(\frac{c-d'}{c}\right) \\ &= 600 \times \left(\frac{246-40}{256}\right) = 502,43092 \end{aligned}$$

$$f_s' \geq f_y, f_s' = f_y = 400$$

$$\begin{aligned} f_s &= E_s \times \epsilon_s' = 600 \times \left(\frac{d-c}{c}\right) \\ &= 600 \times \left(\frac{410-246}{246}\right) \\ &= 400 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d') \\ &= 68995595,2 \text{ nm m} \\ &= 68995595,2 \text{ kn m} \end{aligned}$$

6.) Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned} eb &= \frac{M_{nb}}{pnb} = 0,34644671 \text{ m} \\ &= 343,446715 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\phi \times P_{nb} = 1294,488 \text{ kn}$$

$$\phi \times M_{nb} = 551,9646 \text{ kn}$$

8.) Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$M_n = A_s \times f_y \frac{d - 0,59 \times a_s \times f_y}{f_c' \times b} = 420,8209974 \text{ kn m}$$

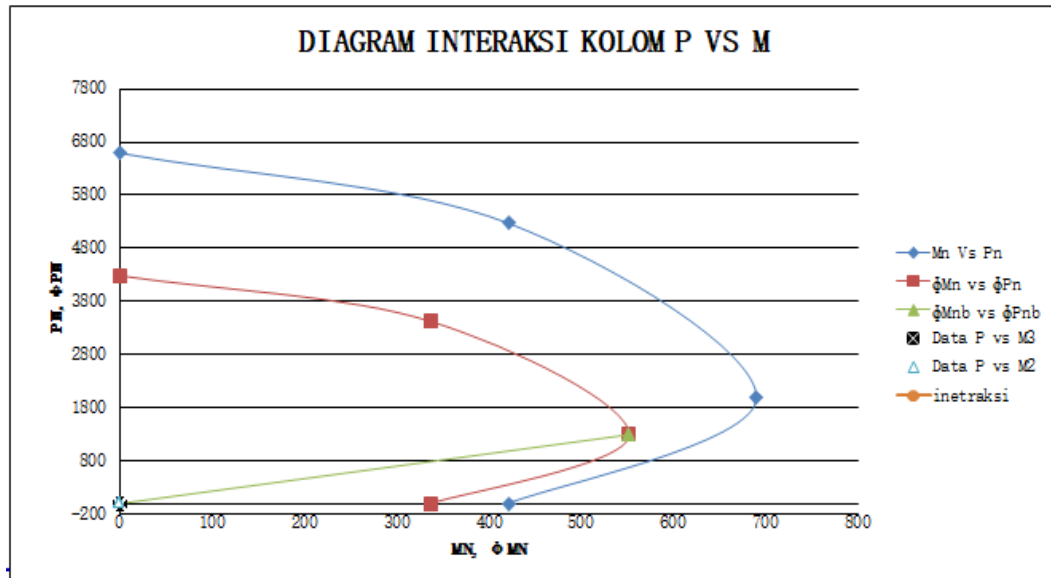
$$\phi M_n = 336,656798 \text{ kn m}$$

$$\text{Syarat: } \phi M_n \geq M_u$$

$$336,657 \geq 41,405 \dots \text{ok}$$

$$\phi P_n \geq P_u$$

$$3.426,818 \geq 1464,641 \dots \text{ok}$$



Gambar 4.20 Diagram interaksi kolom 45 x 45 cm P VS M

Sumber: Hasil perhitungan penulangan

Maka tulangan yang dipakai adalah: 22D-16

b. Kapasitas Geser

Data material kolom:

Kuat tekan beton:  $f_c' = 24,9 \text{ MPa}$

Tegangan leleh baja:  $f_y \text{ (BJTS-24)} = 240 \text{ MPa}$

Faktor reduksi geser:  $\phi_s = 0,75$

Dimensi Kolom:

Lebar kolom:  $b = 450 \text{ mm}$

tinggi kolom:  $h = 450 \text{ mm}$

selimut beton:  $d' = 40 \text{ mm}$

tinggi efektif beton:  $d = h - d' = 410 \text{ mm}$

Tulangan Geser kolom:

Tulangan geser kolom (senggang/begel)

Diameter senggang:  $d_s = 10 \text{ mm}$

Luas penampang senggang:  $A_v = 2[1/4\pi d_s^2]$  senggang 2 kaki 157 mm<sup>2</sup>

Jarak antara senggang:  $S = 150 \text{ mm}$

Jarak senggang maksimum:  $S_{maks} = 205 \text{ mm}$

### Kontrol Jarak Tulangan Geser Kolom

$$S \leq S_{maks}$$

$$150 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan:

$$\text{Kuat geser beton: } V_c = 1/6 [1/4 \pi d_s^2] = 153,44 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser tulangan geser: } V_s = (A_v \cdot f_y \cdot d_s) / s = 103,04 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat Geser Nominal Kolom: } V_n = V_c + V_s = 256,49 \text{ kn}$$

$$\text{Kuat geser rencana kolom: } V_r = \phi_s \times V_n = 192,36 \text{ kn}$$

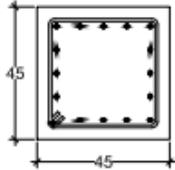
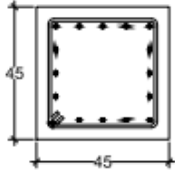
$$\text{Kuat geser } ultimate \text{ kolom (dari hasil analisis struktur) = 18,27 kn}$$

### Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$

$$192,36 \text{ Kn} \geq 18,27 \text{ kn}$$

**Maka tulangan geser yang dipakai adalah = Ø10-150**

Keterangan	Kolom 40/40 (K3)	
		
	Tumpuan	Lapangan
Tulangan	16 - D16	16 - D16
Sengkang	Ø10 - 150	Ø10 - 200

Gambar 4.21 Detail penulangan kolom 3 (45 x 45) cm

Sumber: Detail hasil perhitungan tulangan kolom

#### 4.6 Pembebanan pada Pelat Lantai

$$\text{Berat } Ultimate (Q_u) = 754,74 \text{ Kg/m}^2$$

$$\text{Selimut beton (d) = 40 mm}$$

Tebal pelat = 150 mm  
 $f_c'$  = 24,9 MPa  
 $f_y$  = 290 MPa  
 Tulangan pokok, D = 10 mm

Tinggi efektif tulangan:

$d_x = 105$  mm

$d_y = 95$  mm

$Q_u = 754,74$  kg/m<sup>2</sup>  
 = 7,4039994 kn/m<sup>2</sup>

Tabel 4.16 Momen pada pelat

Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya  
 akibat beban terbagi rata

		$l_y/l_x$	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5
I	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25
II	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8
	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83
III	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13
IVA	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	125
	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
IVB	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25
	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8
VA	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125
	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25
VB	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125
	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13
VIA	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	125
	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13
VIB	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125
	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42
VIB	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8
	Mlx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X		60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X		55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57

Sumber: SNI Pembebanan gedung (1983)

Sisi pendek,  $L_x = 6,75$  m

Sisi panjang  $l_y = 7$  m

$L_y/L_x = 1,037037037$

Nilai koefisien momen berdasarkan grafik dan tabel perhitungan beton bertulang (CUR Seri Beton 4). Hal 26 dengan cara interpolasi

$$C_x = 22,5$$

$$C_y = 21$$

Momen-momen yang bekerja pada pelat

$$M_{lx} = 7,584 \text{ kn m}$$

$$M_{ly} = 7,62 \text{ kn m}$$

1. Perencanaan Tulangan Arah  $M_{lx} = M_{tx}$

$$M_{lx} = 7,58 \text{ kn m}$$

$$M_u / \phi = 9,48 \text{ kn m}$$

$$m = 13,702$$

a. Koefisien ketahanan ( $R_n$ ) diambil nilai  $b$  tiap 1000 mm

$$R_n = 0,86 \text{ MPa}$$

b. Rasio tulangan

$$\rho_{\min} = 0,00483$$

$$\rho_b = 0,0418$$

$$\rho_{\max} = 0,03136$$

$$\rho_{\text{actual}} = 0,003$$

$$1,33 \times \rho_{\text{aktual}} = 0,004$$

$$P_{\text{pakai}} = 0,00483$$

$$A_s \text{ perlu} = 506,896 \text{ mm}^2$$

c. Jarak antar tulangan

$$S = 154,86 \text{ mm}$$

Syarat:

$$s \leq 2h \dots \text{ok}$$

$$s \leq 250 \dots \text{ok,}$$

Maka dipilih  $s$  terkecil yaitu:  $154,864 \text{ mm} = 150 \text{ mm}$

d. kontrol terhadap kapasitas momen ( $M_n$ )

$$A_s \text{ ada} = 506,9 \text{ mm}^2$$

$$a = 6,96 \text{ mm}$$

$$M_n = 14.924.510.116,9 \text{ kn m}$$

$$M_u / \phi = 9,48 \dots \text{aman}$$

2. Perencanaan tulangan arah tulangan Muly = - Muty

tulangan y = 7,62 kn m

$Mu/\phi = 9,52 \text{ kn m}$

a. Koefisien ketahanan ( $R_n$ ) diambil nilai b tiap 1000 mm

$R_n = 1,0552 \text{ MPa}$

b. Rasio tulangan

$\rho \text{ min} = 0,00483$

$\rho_b = 0,04182$

$\rho \text{ maks} = 0,03137$

$\rho \text{ aktual} = 0,003773$

$1.33 \times \rho \text{ aktual} = 0,00497$

$\rho \text{ pakai} = 0,0037$

$A_s \text{ perlu} = 354,75 \text{ mm}^2$

c. Jarak antar tulangan

$S = 221 \text{ mm}$

Syarat

$s \leq 2h \dots \dots \text{ok}$

$s \leq 250 \dots \dots \text{ok}$

Maka dipilih s terkecil yaitu  $221,28 \text{ mm} = 200 \text{ mm}$

Kontrol terhadap kapasitas momen ( $M_n$ )

$A_s \text{ ada} = 354,75 \text{ mm}^2$

$a = 4,86 \text{ mm}$

$M_n = 1,04449E+ 13 \text{ kn m}$

$Mu/\phi = 9,5234 \text{ aman}$

Maka tulangan yang dipakai = Arah x =  $\emptyset 10 - 150$

= Arah y =  $\emptyset 10 - 200$

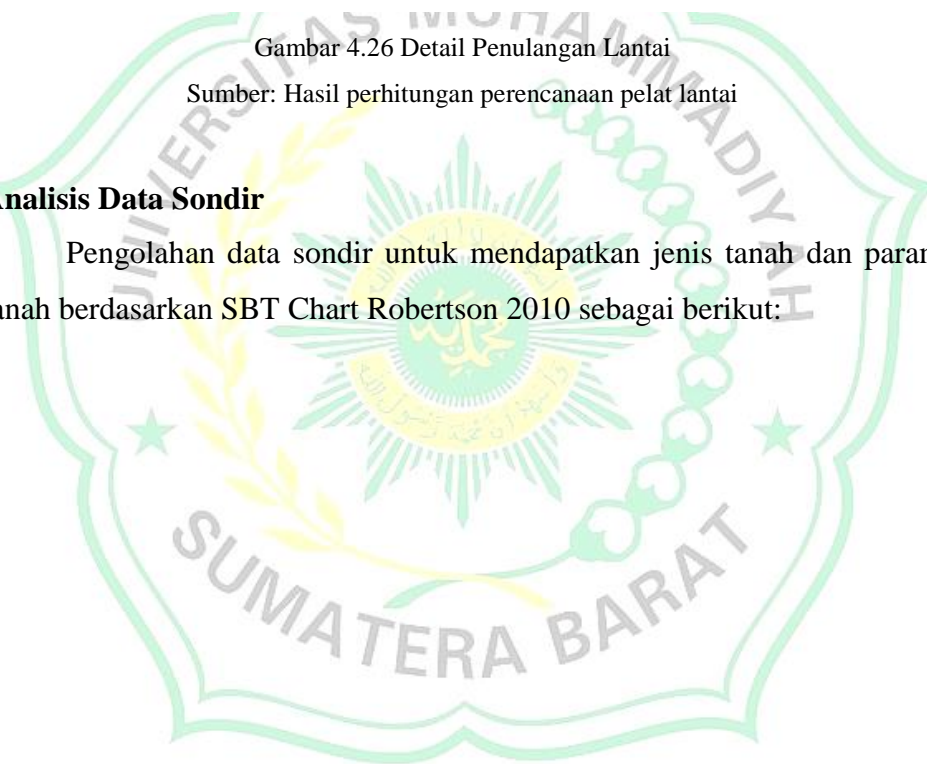


Pelat Lantai	
Keterangan	
Sketsa gambar	
Tulangan Atas	Ø10 -15
Tulangan Tengah	
Tulangan Bawah	Ø10 -20

Gambar 4.26 Detail Penulangan Lantai  
 Sumber: Hasil perhitungan perencanaan pelat lantai

#### 4.7 Analisis Data Sondir

Pengolahan data sondir untuk mendapatkan jenis tanah dan parameter tanah berdasarkan SBT Chart Robertson 2010 sebagai berikut:



Tabel 4.17 Pengolahan data sondir

Depth	$q_c$	$q_{cs}$	$f_s$	$f_{cs}$	$R_f$	$u_2$	$u_3$	$q_c$	$\gamma$	$u$	$\sigma_{v0}$	$\sigma_{v0}'$	$Q_c$	$F_r$	$\zeta$	Normalized CPT SBT (Robertson,2010)	Soil Type	$S_u$	$\tan \phi$	$\phi$
[m]	MPa	kPa	MPa	kPa	%	MPa	kPa	kPa	$kN/m^3$	kPa	kPa	kPa	real	[%]				kPa		°
0	0.000	0	0	0																
0.2	0.100	100.00	0.1	100	100.000	0	0.00	100	17.45	0.00	3.49	3.49	27.65	103.617	3.81	organic soil-clay	clay	6.03	0.00	0.00
0.4	0.500	500.00	0.4	400	80.000	0	0.00	500	19.67	0.00	7.87	7.87	62.56	81.279	3.54	clay-silty clay to clay	clay	30.76	0.00	0.00
0.6	0.500	500.00	0.4	400	80.000	0	0.00	500	19.67	0.00	11.80	11.80	41.38	81.934	3.63	clay-silty clay to clay	clay	30.51	0.00	0.00
0.8	0.500	500.00	0.5	500	100.000	0	0.00	500	19.92	0.00	15.94	15.94	30.37	103.292	3.79	organic soil-clay	clay	30.25	0.00	0.00
1	0.500	500.00	0.5	500	100.000	0	0.00	500	19.92	0.00	19.92	19.92	24.10	104.150	3.84	organic soil-clay	clay	30.00	0.00	0.00
1.2	0.500	500.00	0.5	500	100.000	0	0.00	500	19.92	0.00	23.91	23.91	19.91	105.021	3.89	organic soil-clay	clay	29.76	0.00	0.00
1.4	1.500	1500.00	0.5	500	33.333	0	0.00	1500	20.34	0.00	28.48	28.48	51.67	33.978	3.25	clay-silty clay to clay	clay	91.97	0.00	0.00
1.6	1.500	1500.00	1	1000	66.667	0	0.00	1500	21.14	0.00	33.82	33.82	43.35	68.205	3.55	clay-silty clay to clay	clay	91.64	0.00	0.00
1.8	1.500	1500.00	1	1000	66.667	0	0.00	1500	21.14	0.00	38.05	38.05	38.42	68.402	3.58	clay-silty clay to clay	clay	91.37	0.00	0.00
2	3.000	3000.00	1	1000	33.33	0	0.00	3000	21.41	0.00	42.81	42.81	69.07	33.816	3.19	clay-silty clay to clay	clay	184.82	0.00	0.00
2.2	3.000	3000.00	1	1000	33.33	0	0.00	3000	21.41	0.00	47.09	47.09	62.70	33.865	3.21	clay-silty clay to clay	clay	184.56	0.00	0.00
2.4	3.000	3000.00	1	1000	33.33	0	0.00	3000	21.41	0.00	51.38	51.38	57.39	33.914	3.23	clay-silty clay to clay	clay	184.29	0.00	0.00
2.6	3.000	3000.00	1	1000	33.33	0	0.00	3000	21.41	0.00	55.66	55.66	52.90	33.963	3.25	clay-silty clay to clay	clay	184.02	0.00	0.00
2.8	3.000	3000.00	1	1000	33.33	0	0.00	3000	21.41	0.00	59.94	59.94	49.05	34.013	3.27	clay-silty clay to clay	clay	183.75	0.00	0.00
3	3.000	3000.00	1	1000	33.33	0	0.00	3000	21.41	0.00	64.22	64.22	45.72	34.062	3.28	clay-silty clay to clay	clay	183.49	0.00	0.00
3.2	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	66.58	66.58	74.10	10.135	2.73	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	308.34	0.00	0.00
3.4	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	70.74	70.74	69.68	10.144	2.75	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	308.08	0.00	0.00
3.6	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	74.90	74.90	65.76	10.152	2.76	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	307.82	0.00	0.00
3.8	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	79.06	79.06	62.24	10.161	2.78	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	307.56	0.00	0.00
4	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	83.22	83.22	59.08	10.169	2.79	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	307.30	0.00	0.00
4.2	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	87.38	87.38	56.22	10.178	2.80	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	307.04	0.00	0.00
4.4	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	91.54	91.54	53.62	10.186	2.82	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	306.78	0.00	0.00
4.6	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	95.70	95.70	51.25	10.195	2.83	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	306.52	0.00	0.00
4.8	5.000	5000.00	0.5	500	10.00	0	0.00	5000	20.80	0.00	99.86	99.86	49.07	10.204	2.84	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	306.26	0.00	0.00
5	7.500	7500.00	0.5	500	6.67	0	0.00	7500	20.96	0.00	104.80	104.80	70.96	6.761	2.60	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.80	38.67
5.2	9.000	9000.00	0.8	800	8.89	0	0.00	9000	21.57	0.00	112.17	112.17	79.24	9.001	2.67	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.82	39.31
5.4	9.000	9000.00	0.8	800	8.89	0	0.00	9000	21.57	0.00	116.48	116.48	76.26	9.005	2.68	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.81	39.10
5.6	9.000	9000.00	1	1000	11.11	0	0.00	9000	21.83	0.00	122.23	122.23	72.63	11.264	2.77	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	554.86	0.00	0.00
5.8	9	9000.00	1	1000	11.11	1	1000.00	9150	21.85	1.00	126.75	125.75	71.76	11.082	2.77	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	563.95	0.00	0.00
6	9	9000.00	1	1000	11.11	2	2000.00	9300	21.88	2.00	131.27	129.27	70.93	10.907	2.77	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	573.05	0.00	0.00
6.2	9	9000.00	1	1000	11.11	3	3000.00	9450	21.90	3.00	135.80	133.80	70.14	10.736	2.76	silt mixture-clayey silt to silty clay	clay	582.14	0.00	0.00
6.4	12	12000.00	0.5	500	4.17	4	4000.00	12600	21.22	4.00	135.78	131.78	94.58	4.011	2.34	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.84	40.01
6.6	12	12000.00	0.5	500	4.17	5	5000.00	12750	21.23	5.00	140.14	135.14	93.31	3.965	2.34	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.84	39.87
6.8	12	12000.00	0.5	500	4.17	6	6000.00	12900	21.25	6.00	144.51	138.51	92.09	3.920	2.34	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.83	39.73
7	14	14000.00	1	1000	7.14	7	7000.00	15050	22.11	7.00	154.76	147.76	100.81	6.714	2.51	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.85	40.22
7.2	14.5	14500.00	0.5	500	3.45	8	8000.00	15700	21.34	8.00	153.61	145.61	106.77	3.216	2.24	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.85	40.49
7.4	19	19000.00	1	1000	5.26	9	9000.00	20350	22.22	9.00	164.42	155.42	129.87	4.954	2.34	sands mixture-silty sand to sandy silt	sand	0.00	0.89	41.57



#### 4.7.1 Kapasitas Kekuatan Pondasi

Pondasi tiang pancang yang digunakan adalah pondasi pabrikasi dan telah dilakukan pretension. Berikut ini tabel spesifikasi pondasi dari pabrikasi:

Tabel 4.18 Spesifikasi pondasi tiang pancang.

PRESTRESSED CONCRETE PRETENSION SPUN PILES SPECIFICATION										
Concrete Compressive Strength $f_c' = 52 \text{ MPa}$ (Cube 600 kg/cm <sup>2</sup> )										
Size (mm)	Thickness Wall (t)	Cross Section (cm <sup>2</sup> )	Section Inertia (cm <sup>4</sup> )	Unit Weight (kg/m)	Class	Bending Moment		Allowable Compression (ton)	Decompression Tension (ton)	Length of Pile ** (m)
						Crack * (ton.m)	Break (ton.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
					C	12.50	25.00	134.90	100.45	6 - 18
500	90	1,159.25	255,324.30	290	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
					B	15.00	27.00	174.90	94.13	6 - 18
					C	17.00	34.00	169.00	122.04	6 - 19
600	100	1,570.80	510,508.81	393	A1	17.00	25.50	252.70	70.52	6 - 16
					A2	19.00	28.50	249.00	77.68	6 - 17
					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

Pondasi yang digunakan adalah pondasi tiang pancang dengan diameter 600 mm class al.

### 4.7.2 Kapasitas Aksial Pondasi Satu Tiang

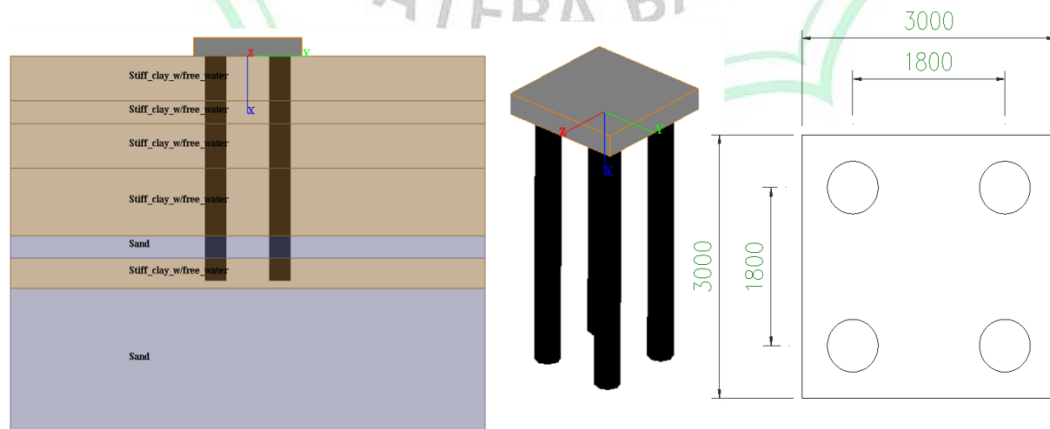
Tabel 4.19 Analisis daya dukung pondasi satu tiang untuk setiap kedalamannya.

type foundation		Pondasi Tiang Pancang 0.6 m									
diameter (D)	0.6	m <sup>2</sup>									
Area (A)	0.282743339	m <sup>2</sup>									
Parameter (e)	1.884955592	m									
Safety Faktor	3										
metoda	Nuttingham & Schmertmann (1975) dan Meyerhof (1956)										
Pile Type	Elevasi	Pile Length (L)	soil type	qc	qf	sand	clay	Qs	Qp	Qu	Qall
	m	m		kN/m <sup>2</sup>	kN/m <sup>2</sup>	L/D	$\alpha_{sand}$	qf/pa	$\alpha_{clay}$	kN/m <sup>2</sup>	kNm <sup>2</sup>
	0	0		0	0	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00
Pondasi	0.2	0.2	clay	100	100	-	0.99	0.5	0.00	50.00	18.85
	0.4	0.4	clay	500.00	400.00	-	3.95	0.5	0.00	200.00	75.40
	0.6	0.6	clay	500.00	400.00	-	3.95	0.5	0.00	200.00	75.40
	0.8	0.8	clay	500.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	1	1	clay	500.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	1.2	1.2	clay	500.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	1.4	1.4	clay	1500.00	1000.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	1.6	1.6	clay	1500.00	1000.00	-	9.87	0.5	0.00	500.00	188.50
	1.8	1.8	clay	1500.00	1000.00	-	9.87	0.5	0.00	500.00	188.50
	2	2	clay	3000.00	1000.00	-	9.87	0.5	0.00	500.00	188.50
	2.2	2.2	clay	3000.00	1000.00	-	9.87	0.5	0.00	500.00	188.50
	2.4	2.4	clay	3000.00	1000.00	-	9.87	0.5	0.00	500.00	188.50
Pondasi	2.6	2.6	clay	3000.00	1000.00	-	9.87	0.5	0.00	500.00	188.50
	2.8	2.8	clay	3000.00	1000.00	-	9.87	0.5	0.00	500.00	188.50
	3	3	clay	3000.00	1000.00	-	9.87	0.5	0.00	500.00	188.50
	3.2	3.2	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	3.4	3.4	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	3.6	3.6	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	3.8	3.8	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	4	4	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	4.2	4.2	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	4.4	4.4	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	4.6	4.6	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00	94.25
	Pondasi	4.8	4.8	clay	5000.00	500.00	-	4.93	0.5	0.00	250.00
5		5	sand	7500.00	500.00	8.33	0.50	-	250.00	0.00	94.25
5.2		5.2	sand	9000.00	800.00	8.67	0.50	-	400.00	0.00	150.80
5.4		5.4	sand	9000.00	800.00	9.00	0.50	-	400.00	0.00	150.80
5.6		5.6	clay	9000.00	1000.00	-	9.87	0.50	0.00	500.00	188.50
5.8		5.8	clay	9000.00	1000.00	-	9.87	0.50	0.00	500.00	188.50
6		6	clay	9000.00	1000.00	-	9.87	0.50	0.00	500.00	188.50
6.2		6.2	clay	9000.00	1000.00	-	9.87	0.50	0.00	500.00	188.50
6.4		6.4	sand	12000.00	500.00	10.67	0.50	-	250.00	0.00	94.25
6.6		6.6	sand	12000.00	500.00	11.00	0.50	-	250.00	0.00	94.25
6.8		6.8	sand	12000.00	500.00	11.33	0.50	-	250.00	0.00	94.25
Pondasi		7	7	sand	14000.00	1000.00	11.67	0.50	-	500.00	0.00
	7.2	7.2	sand	14500.00	500.00	12.00	0.50	-	250.00	0.00	94.25
	7.4	7.4	sand	19000.00	1000.00	12.33	0.50	-	500.00	0.00	188.50

Berdasarkan hasil analisis pada tabel diatas didapatkan daya dukung ijin pondasi satu tiang pada kedalaman 6m adalah 2.136 kn

### 4.7.3 Pemodelan Numerik Pondasi dan Pembebanan

Berikut ini merupakan bentuk pemodelan pondasi group menggunakan program numerik:



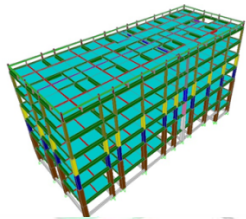
Gambar 4.27 Pemodelan numerik pondasi group

Data tanah dan layer tanah pada pemodelan di atas berdasarkan dari pengolahan data sondir dengan menggunakan sbt chart robertson 2010. Digunakan pondasi tiang pancang diameter 600 mm class a1 dengan jarak antar pondasi 3 x diameter.

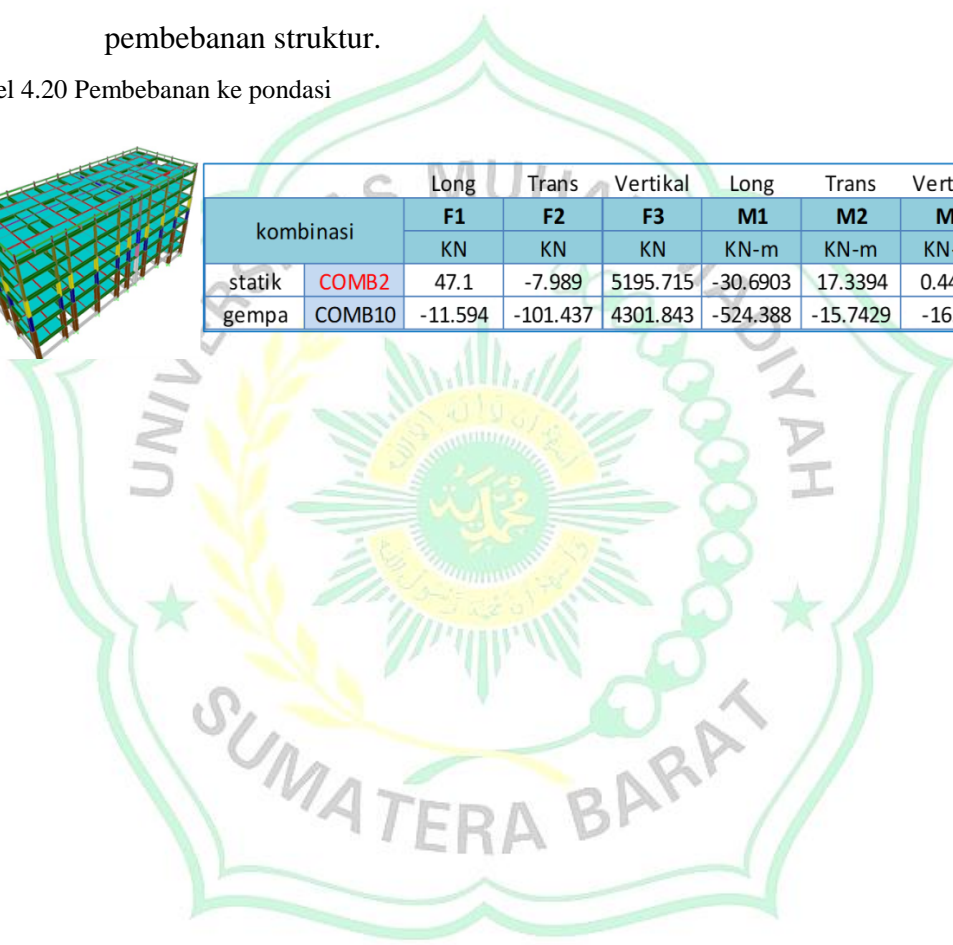
#### 4.7.4 Pembebanan Pondasi

Pembebanan pondasi didapatkan dari hasil analisis numerik struktur atas bangunan. Pembebanan yang digunakan ke pondasi adalah yang paling maksimum dari kombinasi – kombinasi pembebanan struktur.

Tabel 4.20 Pembebanan ke pondasi

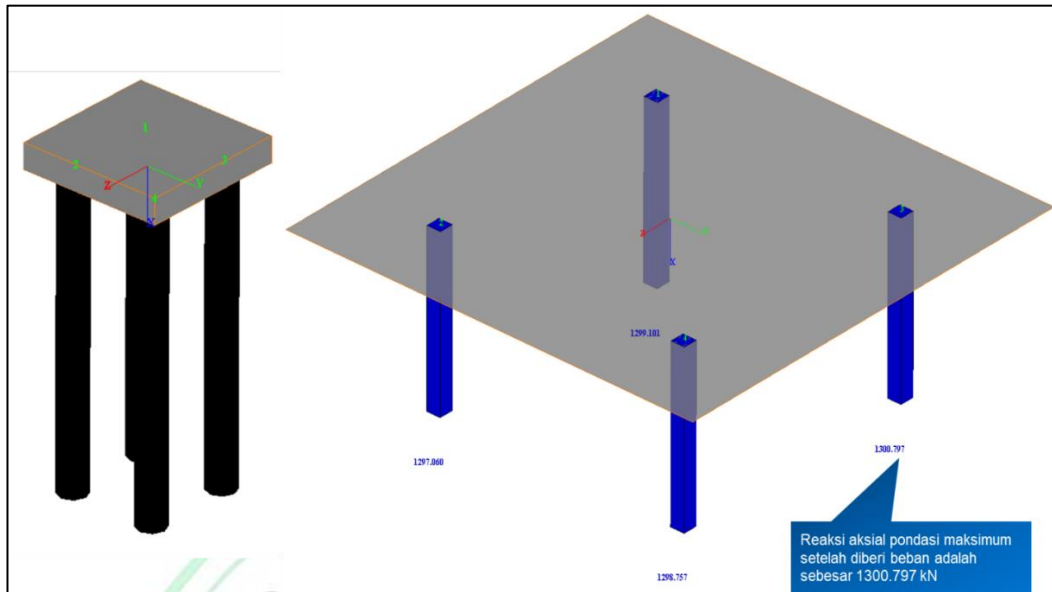


kombinasi		Long	Trans	Vertikal	Long	Trans	Vertikal
		F1	F2	F3	M1	M2	M3
		KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
statik	COMB2	47.1	-7.989	5195.715	-30.6903	17.3394	0.4414
gempa	COMB10	-11.594	-101.437	4301.843	-524.388	-15.7429	-16.29



#### 4.7.5 Hasil Analisis

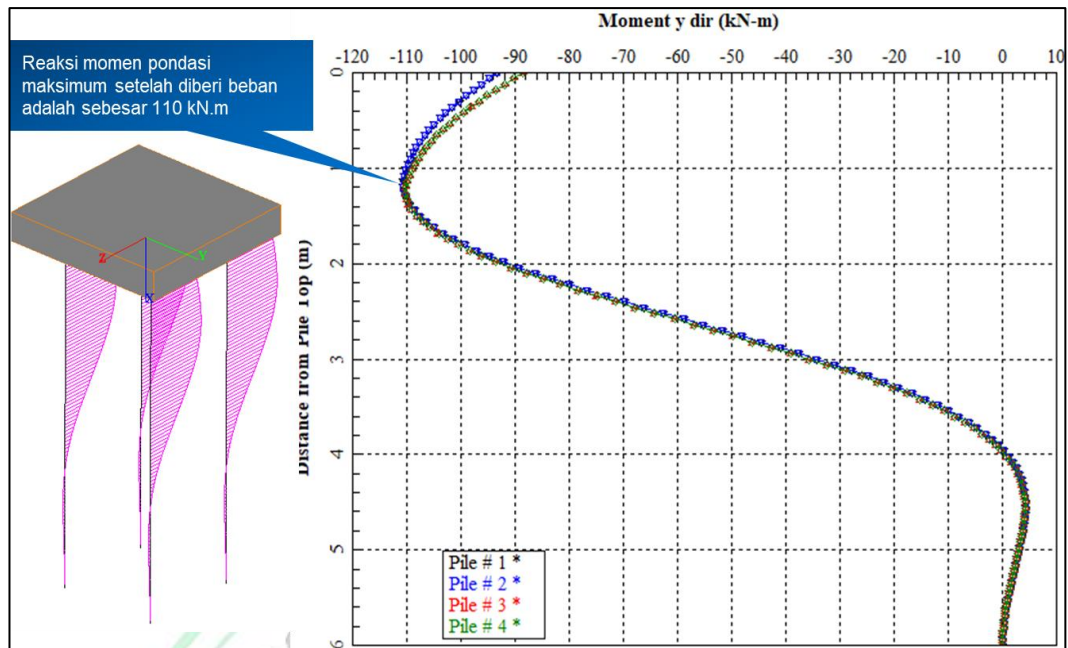
##### 1. Cek Terhadap Kapasitas Aksial



Gambar 4.28 Diagram reaksi pondasi akibat beban

Reaksi pondasi akibat pembebanan struktur (beban aksial, geser dan momen) adalah sebesar 1300 kN. Kapasitas daya dukung ijin pondasi (tabel hitungan daya dukung pondasi) adalah sebesar 2136 kN. Daya dukung ijin pondasi lebih besar dari reaksi pondasi, artinya pondasi kuat menahan beban.

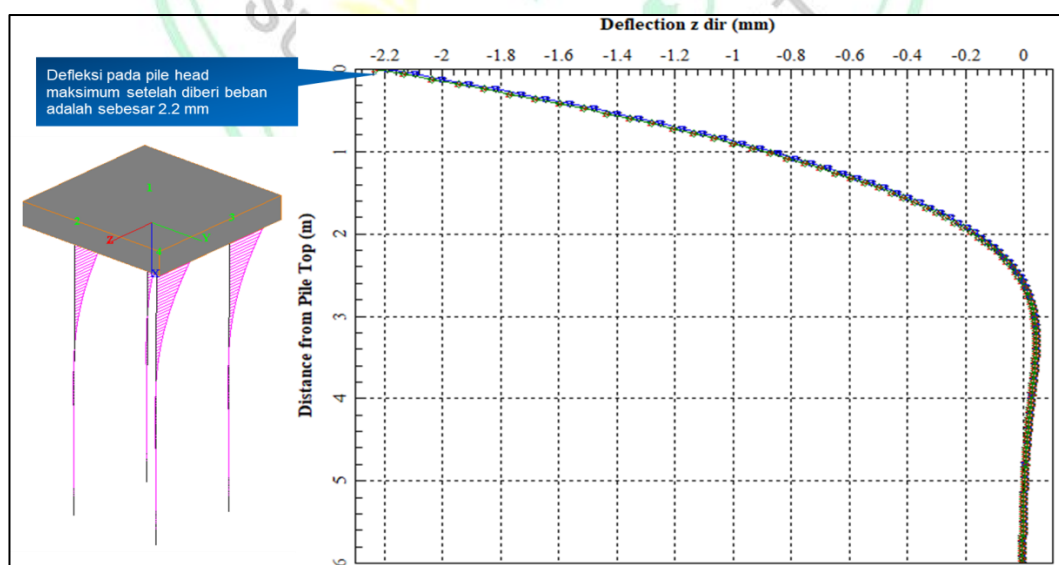
## 2. Cek pondasi terhadap momen



Gambar 4.29 Reaksi momen pondasi

Reaksi momen pondasi akibat pembebanan struktur adalah sebesar 110 kN.m, sedangkan kapasitas momen pondasi dengan D 600 m class A1 adalah sebesar 170 kN.m. kapasitas momen pondasi lebih besar dari pada reaksi momen pondasi menandakan pondasi kuat terhadap momen.

## 3. Cek Pondasi Terhadap Defleksi (geser)



Gambar 4.30 Defleksi pondasi

Defleksi pondasi akibat beban adalah sebesar 2.2 mm, sedangkan batas maksimal yang disyaratkan oleh SNI 8460:2017 adalah sebesar 25 mm. hal ini menandakan bahwa pondasi kuat terhadap geser.





## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil perencanaan struktur yang penulis lakukan pada Gedung Belajar Pesantren Diniyah Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

##### 1. Perhitungan Penulangan Struktur Atas

###### a. Balok

Tabel 5.1 Rekap dimensi dan tulangan balok

No	Nama	Bentang	h (mm)	b	Tulangan		sengkang	
		(mm)	(mm)	(mm)				
1	Balok induk	8000	700	450	tumpuan	D22 - 8	tumpuan	Ø10-150
					lapangan	D22- 4	lapangan	Ø10-200
2	Balok anak 1	8000	600	350	tumpuan	D16 - 4	tumpuan	Ø10-150
					lapangan	D16- 3	lapangan	Ø10-200
3	Balok anak 2	3500	500	300	tumpuan	D16 - 4	tumpuan	Ø10-150
					lapangan	D16- 3	lapangan	Ø10-200
4	Balok induk	4000	400	250	tumpuan	D13 - 3	tumpuan	Ø10-100
					lapangan	D13 - 2	lapangan	Ø10-150

Sumber: Hasil perhitungan preliminari dan penulangan

###### b. Kolom

Tabel 5.2 Rekap dimensi dan tulangan kolom

No	Nama	Lantai	h	b	Tulangan		Sengkang	
			(mm)	(mm)				
1	Kolom 1	B1, B2, L3	950	950	tumpuan	D22-32	tumpuan	Ø10-150
					lapangan	D22-32	lapangan	Ø10-200
2	Kolom 2	L2, L3	700	700	tumpuan	D22-20	tumpuan	Ø10-150
					lapangan	D22-20	lapangan	Ø10-200
3	Kolom 3	L4, L5	450	450	tumpuan	D22-16	tumpuan	Ø10-150
					lapangan	D22-16	lapangan	Ø10-200

Sumber: Hasil perhitungan preliminari dan penulangan

c. pelat lantai

Tabel 5.3 Rekap dimensi dan tulangan kolom

Nama	Tinggi	Tulangan Arah x	Tulangan Arah y
	(cm)	(mm)	(mm)
Pelat Lantai	15	D10 - 150	Ø10-200

Sumber: Hasil perhitungan preliminari dan penulangan

2. Perhitungan Struktur Bawah

Dimensi pondasi = 60 cm x 60 cm

Dalam pondasi = 6 m

Jarak antar tiang = 3 x diameter tiang = 3 x 60 = 180 cm

**5.2 Saran**

Dari Laporan Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pesantren Diniyah Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam, penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal diharapkan kontraktor melakukan pekerjaan seoptimal mungkin baik dari segi waktu, biaya, dan perhitungan keamanannya.
2. Pada pelaksanaan di lapangan diharapkan selalu mengecek mutu beton dan baja tulangan yang akan dikerjakan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bastian, E. (2018). Pengaruh jenis Tulangan Terhadap Efektifitas Kinerja Balok Beton Bertulang. *Rang Teknik Journal*, 1(2).
- Wang, Chu-Kia & Salmon, Charles, G (1994) Desain Beton Bertulang. Jakarta: Erlangga
- Budi, H. L., & Christiyanto, R. (2010). *Perencanaan Struktur Gedung Rusunama Unimus* (Doctoral dissertation, FAKULTAS TEKNIK).
- Hidayat, Taufiq (2019) *Analisis Posisi Penempatan Bracing Terhadap Deformasi Struktur Beton Bertulang*. Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatra Barat.
- Ichwandri, Y. P. (2104). *Perencanaan Stuktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang Dengan Penambahan Lateral Dinding Struktural* (Doctoral Disertation, Sriwijaya University).
- Lisal, I., Taufik, T & Khadavi, K (2019). PERENCAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DI KOTA PADANG, *Abstract Of Undergraduate Reaserch, Faculty Of Civil Planning Enginner, Bung Hatta*, 2(2) .
- PBI., 1971., "Tabel untuk penentuan momen plat".
- PBI., 1983., "Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung. Beban hidup pada lantai gedung".
- Putri, A.H., Masril & Kuniawan, D (2021). Perencaan Struktur Gedung Pasar Raya Padang: *Jurnal Teknik Sipil Engsiklopedia Reaserch And Community Service Review*.
- PPPURG., 1987., "Pedoman Perencaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung".
- Silalahi, Juniman. (2009). Perencanaan Struktur Beton Bertulang. Padang: Sukabumi Offiset".

SK SNI T-15-1991-03., “Kolom, Balok, Pelat, Lantai”.

SNI 03-2847-2002., “Daerah tumpuang dan lapangan pelat dua arah”.

SNI 03-2847-2013., “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung”.  
*Struktur Beton Bertulang*, Standar baru SNI 1991-03.

SNI 1726., Tata Cara Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung Dan Non Gedung”

SNI 1727-2020., “Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan”

SNI 1726-2012.,Baja Tulangan Beton”

SNI 2020., “Tabel Untuk Menentukan Beban Hidup pada Fungsi Bangunan Gedung”.

SNI 2847-2019., “Persyaratan Beton Structural Untuk Bangunan Gedung”.

Sumadi, D. A. N., & Budi Setiawan, S.T. (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Kampus 6 Lantai (+ 1 Basement) Di Sukoharjo Dengan System Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)* (Doctoral dissertation, Univetitas Muhammadiyah Surakarta).

Wahyuni, F., Taufik, T., & Permata, R. (2019). PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PERHOTELAN DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK). (STUDI KASUS: PERENCANAAN REASORT HOTEL DI LAWANG ADVENTURE PARK, KABUPATEN AGAM SUMATERA BARAT). *Abstract Of Undergraduate Reaserch, Faculty Of Civil And Planning Engineering, Bung Hatta University*, 2(2).

Wihartono, W. M. (2018). *Perencanaan Struktur Fakultas Teknik Universitas Moren Di Jalan Kranggan Semarang* (Doctoral dissertation, Unika Soegijapranata Semarang).



**LABORATORIUM PENGUJIAN TANAH**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**



Laporan No : 05/LS-FT/UMSB/01-2021  
 Pekerjaan : Perencanaan Pembangunan Gedung Baru Popes Dinyah L  
 Dikerjakan : Team sondir FT UMSB Bkt  
 Dihitung : Muhammad Taufiq, ST, MT  
 Diperiksa : Dedy Kurniawan, ST, MT

**UJI PENETRASI LAPANGAN DENGAN SONDIR**

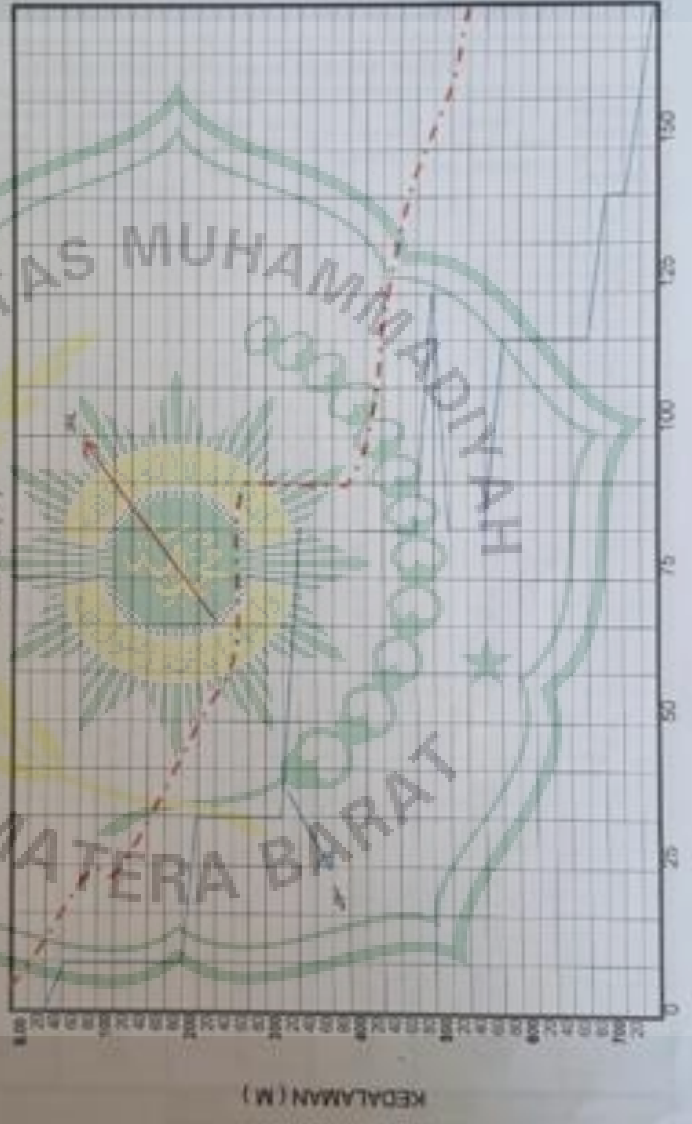
Kedalaman MT (m)	Perlawanan Penegas Konus(PK) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Perlawanan (JP) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Lekat H <sub>l</sub> = JP.PK (Kg/cm <sup>2</sup> )	HL x 20/10 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Hambatan Lekat (JHL) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Setempat HS = HL/10 (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
40	5	6	1	2	1	0,2
60	5	6	1	2	2	0,2
80	5	6	1	2	3	0,2
1 m	5	10	5	10	8	1
20	5	10	5	10	13	1
40	5	10	5	10	18	1
60	5	10	5	10	23	1
80	5	10	5	10	28	1
2 m	30	36	9	18	37	1,8
20	30	40	10	20	47	2
40	30	40	10	20	57	2
60	30	40	10	20	67	2
80	30	40	10	20	77	2
3 m	30	40	10	20	87	2
20	80	90	10	20	97	2
40	80	90	10	20	107	2
60	80	90	10	20	117	2
80	80	90	10	20	127	2
4 m	80	90	10	20	137	2
20	86	90	10	20	147	2
40	80	91	11	22	158	2,2
60	80	91	11	22	169	2,2
80	125	135	10	20	179	2
5m	80	90	10	20	189	2
20	80	90	10	20	199	2
40	80	90	10	20	209	2
60	120	12	-108	-216	101	-21,6
80	120	130	10	20	111	2
6m	120	130	10	20	121	2
20	120	130	10	20	131	2
40	120	125	5	10	136	1
60	120	125	5	10	141	1
80	145	150	5	10	146	1
7m	145	150	5	10	151	1
20	150	160	10	20	199	2

Keterangan : No titik : Satu (1)  
 Muka Tanah : 0,00  
 M.A.T : Manometer  
 Kedalaman : Sondir dalam

\*) Jumlah Hambatan Setempat setiap 20 cm

Lamp. 05.LS-FTUMSB/jlh/2021  
Pekerjaan Perencanaan Pembangunan Gedung Baru Proppes Denyah Limo : Dabukung  
Dipos: 05.08  
Team sonder FT UM/SB Bkt  
Muhammad, Taufiq, ST, MT  
Diddy Kurniawan, ST, MT

GRAFIK SONDIR  
Titik Setu ( 1 )





**LABORATORIUM PENGUJIAN TANAH**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**



Laporan No	OSLS-PYUMSS/II-2021	Dikerjakan	Team sondir FT UMSS BK
Pekerjaan	Perencanaan Pembangunan Gedung Baru Kampus Dinyah II	Dibimbing	Muhammad Taufiq, ST, MT
		Diperiksa	Deddy Kurniawan, ST, MT

**UJI PENETRASI LAPANGAN DENGAN SONDIR**

Kedalaman MT (m)	Pertahanan Penetrasi Konus(PK) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Pertahanan (JPP) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Lekat H <sub>L</sub> = JPP-PK (Kg/cm <sup>2</sup> )	H <sub>L</sub> x 20/10 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Hambatan Lekat (LH <sub>L</sub> ) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Selengkap HS = H <sub>L</sub> /10 (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
40	4	4	0	0	4	0,8
60	8	8	0	0	8	0,6
80	10	10	0	0	10	1
100	10	10	0	0	10	1
120	10	10	0	0	10	1
140	15	20	5	10	25	1
160	18	25	10	20	30	2
180	18	28	10	20	48	2
200	30	40	10	20	58	2
220	30	40	10	20	60	2
240	30	40	10	20	70	2
260	30	40	10	20	80	2
280	30	40	10	20	90	2
300	30	40	10	20	100	2
320	50	55	5	10	113	1
340	50	55	5	10	118	1
360	50	55	5	10	120	1
380	50	55	5	10	128	1
400	50	55	5	10	133	1
420	50	55	5	10	138	1
440	50	55	5	10	143	1
460	50	55	5	10	145	1
480	50	55	5	10	153	1
500	50	55	5	10	158	1
520	90	98	8	16	168	1,6
540	90	98	8	16	174	1,6
560	90	100	10	20	184	2
580	90	100	10	20	194	2
600	90	100	10	20	204	2
620	90	100	10	20	214	2
640	90	100	10	20	224	2
660	120	125	5	10	229	1
680	120	125	5	10	234	1
700	120	125	5	10	239	1
720	140	145	5	10	244	1
740	145	150	5	10	249	1
760	150	200	10	20	259	2

Keterangan :  
 No tsk :  
 Muka Tanah :  
 M.A.T :  
 Kedalaman :  
 No Alat :  
 Sondir :  
 Manometer :  
 Sondir datar

\* Jumlah Hambatan Selengkap setiap 20 cm



LABORATORIUM PENGUJIAN TANAH  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT



Laporan No:	05LS-FTUMSB/19-2021	Dikajikan	Team sondir FT UM SB Dkt
Peserta:	Perencanaan Pembangunan Gedung Baru Porpes Di Dirlung	Diperiksa	Muhammad Taufiq, ST, MT Dedy Kurniawan, ST, MT

GRAFIK SONDIR  
TNA 2



JMLAH HAMBATAN LERAT





**LABORATORIUM PENGUJIAN TANAH**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**



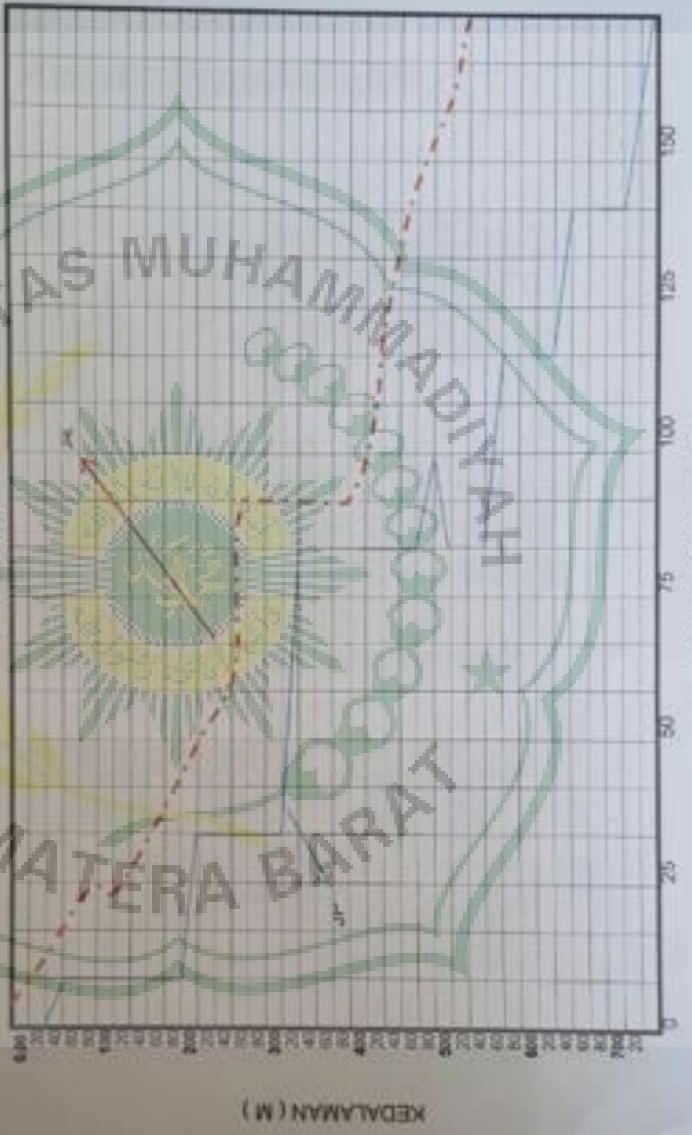
Laporan No : 05/LS-FTUMSB/III-2021  
 Pekerjaan : Perencanaan Pembangunan Gedung Baru Pospes Dinyah L  
 Dikerjakan : Team sondir FT UMSS Bkt  
 Dihitung : Muhammad, Taufiq, ST MT  
 Diperiksa : Dedy Kurniawan, ST. MT

**UJI PENETRASI LAPANGAN DENGAN SONDIR**

Kedalaman MT (m)	Perlawanan Penetrasi Konus(PK) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Perlawanan (JP) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Lekat HL = JP.PK (kg/cm <sup>2</sup> )	HL x 20/10 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Hambatan Lekat (JHL) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Setempat HS = HL/10 (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
40	5	9	4	8	4	0,8
60	5	9	4	8	8	0,8
80	5	9	4	8	12	0,8
1 m	5	9	4	8	16	0,8
20	5	9	4	8	20	0,8
40	5	9	4	8	24	0,8
60	5	9	4	8	28	0,8
80	5	10	5	10	32	1
2 m	30	35	5	10	36	1
20	30	40	10	20	40	2
40	30	40	10	20	58	2
60	30	40	10	20	68	2
80	30	40	10	20	78	2
3 m	30	40	10	20	88	2
20	60	90	10	20	98	2
40	60	90	10	20	108	2
60	60	90	10	20	118	2
80	60	90	10	20	128	2
4 m	60	90	10	20	138	2
20	60	90	10	20	148	2
40	60	91	11	22	159	2,2
60	60	91	11	22	170	2,2
80	100	110	10	20	180	2
5m	80	90	10	20	190	2
20	80	90	10	20	200	2
40	80	90	10	20	210	2
60	120	127	7	14	217	1,4
80	120	130	10	20	227	2
6m	120	130	10	20	237	2
20	120	130	10	20	247	2
40	145	150	5	10	252	1
60	145	150	5	10	257	1
80	145	150	5	10	262	1
7m	150	155	5	10	267	1
Keterangan :			No titik	Tipe (3)	No Alat	
			Muka Tanah	0,00	Sondir	
			M.A.T		Manometer	
			Kedalaman		Sondir datar	
*) Jumlah Hambatan Setempat setiap 20 cm						

Laps: 051.S-FTUMSB/19-2021  
 Pele: Perencanaan Pembangunan Gedung Baru Pompes Diriyah Limo, Cikilung, Diengku  
 Team sondir FTUMSB Bhd  
 Muhammad. Taufiq, ST.MT  
 Deddy Kurniawan, ST. MT

**GRAFIK SONDIR**  
 Titik Tiga ( 3 )



KEDALAMAN ( M )

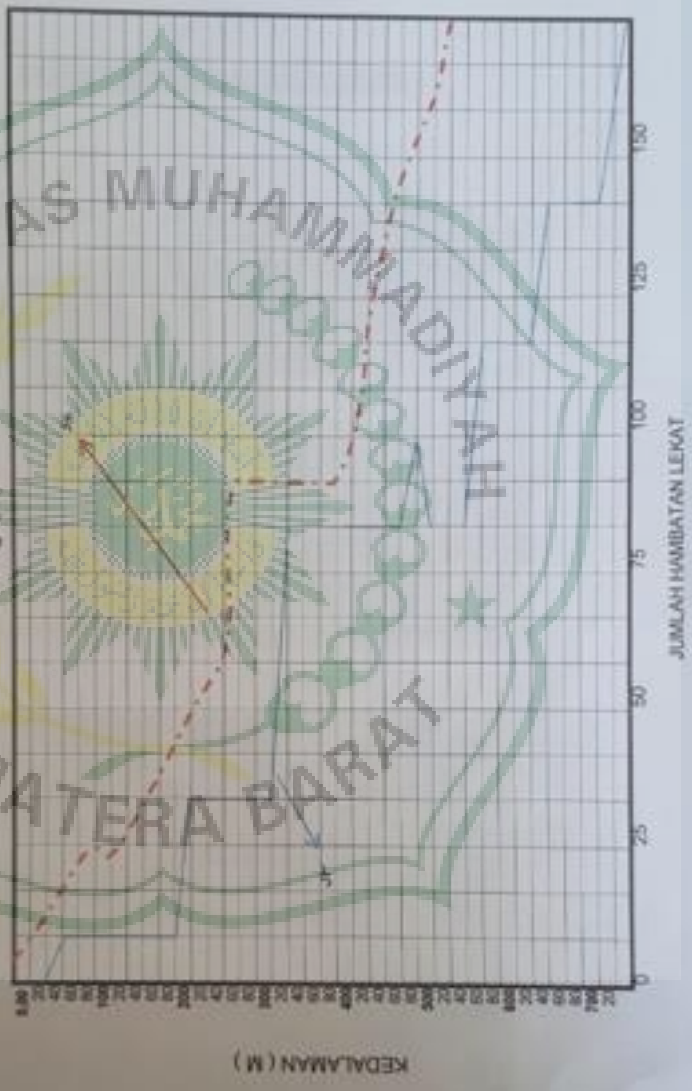
JUMLAH HAMBATAN LEKAT

LABORATORIUM PENGUJIAN TANAH  
JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT



Lapx 0543-FTUMSpati-2021  
Dikerjakan oleh : Team sendiri FT UMSB Bkt  
Muhammad Taufiq, ST MT  
Dipercaya oleh : Dedy Kurniawan, ST, MT

GRAFIK SONDIR  
Titik Tiga ( 3 )





**LABORATORIUM PENGUJIAN TANAH**  
**JURUSAN SIPIL FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**



Laporan No 05.LS-FTUMSB/II-2021

Pelaksanaan

Pencapaian Pembangunan Gedung Baru Kampus Dinyah U

Dikerjakan

Dibimbing

Diperiksa

Team sondir FT UM SB 8st

Muhammad Taufiq, ST, MT

Deddy Kurniawan, ST, MT

**UJI PENETRASI LAPANGAN DENGAN SONDIR**

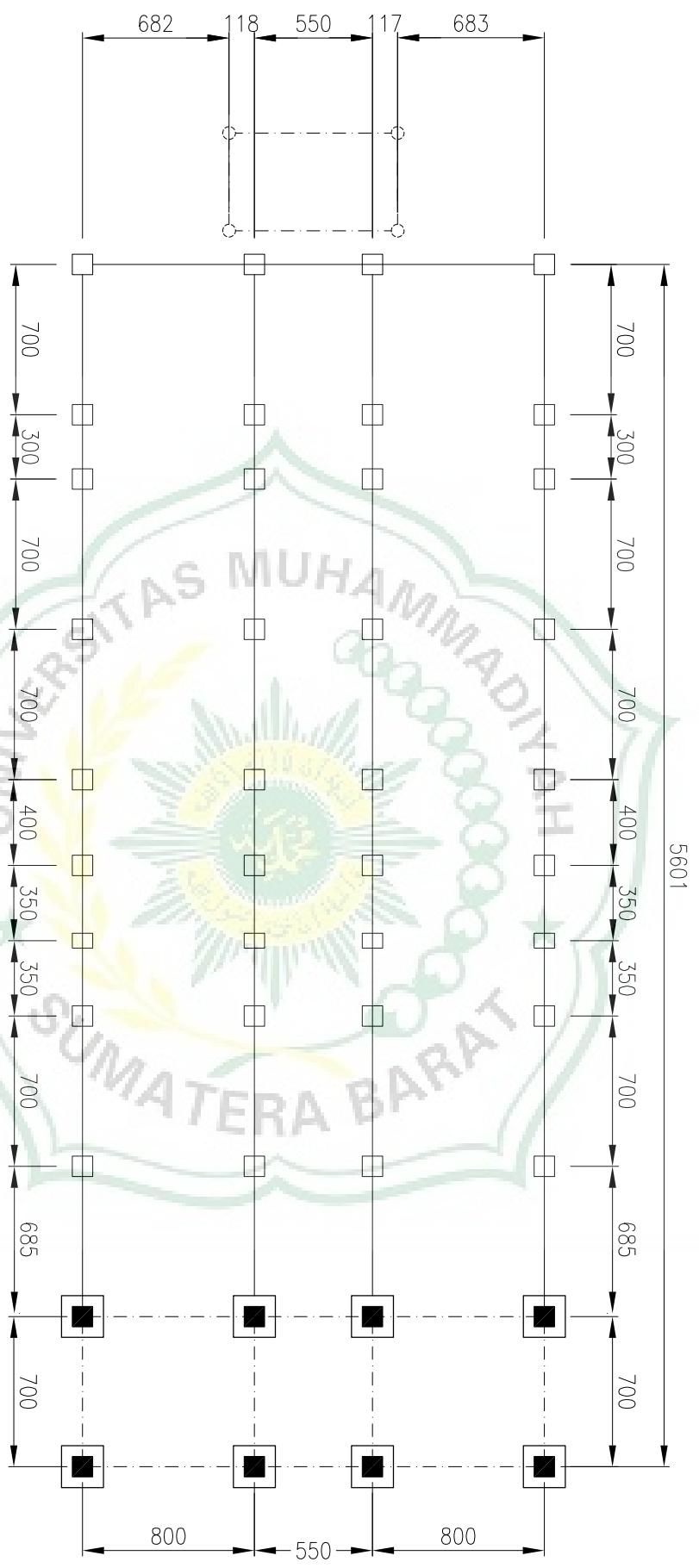
Kedalaman MT (m)	Perlawanan Penetrasi Konus(PK) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Perlawanan Lip (Kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Lekat HL = JP-PK (kg/cm <sup>2</sup> )	HL x 20/10 (Kg/cm <sup>2</sup> )	Jumlah Hambatan Lekat (HL) (Kg/cm <sup>2</sup> )	Hambatan Setempat HS = HL/10 (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,00	0	0	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0	0
40	4	4	4	8	4	0,8
60	8	8	4	8	8	0,8
80	10	10	5	10	13	1
1 m	10	10	5	10	18	1
20	10	16	5	10	23	1
40	15	20	5	10	28	1
60	15	22	10	20	30	2
80	15	22	10	20	40	2
2 m	30	40	10	20	50	2
30	30	40	10	20	60	3
40	30	40	10	20	70	3
50	30	40	10	20	80	3
60	30	40	10	20	90	3
3 m	30	40	10	20	100	3
20	50	55	5	10	110	3
40	50	55	5	10	115	3
60	50	55	5	10	120	3
80	50	55	5	10	125	3
4 m	50	55	5	10	130	3
30	50	55	5	10	135	3
40	50	55	5	10	140	3
60	50	55	5	10	145	3
80	50	55	5	10	150	3
5 m	70	80	5	10	155	3
20	90	95	5	10	160	3
40	90	95	5	10	170	3
60	90	100	10	20	180	3
80	90	100	10	20	190	3
6 m	90	100	10	20	200	3
20	90	100	10	20	210	3
40	90	105	10	20	220	3
60	120	125	5	10	220	3
80	120	125	5	10	230	3
7M	120	125	5	10	230	3
20	140	145	5	10	240	3
40	145	150	5	10	240	3
60	190	200	10	20	250	3

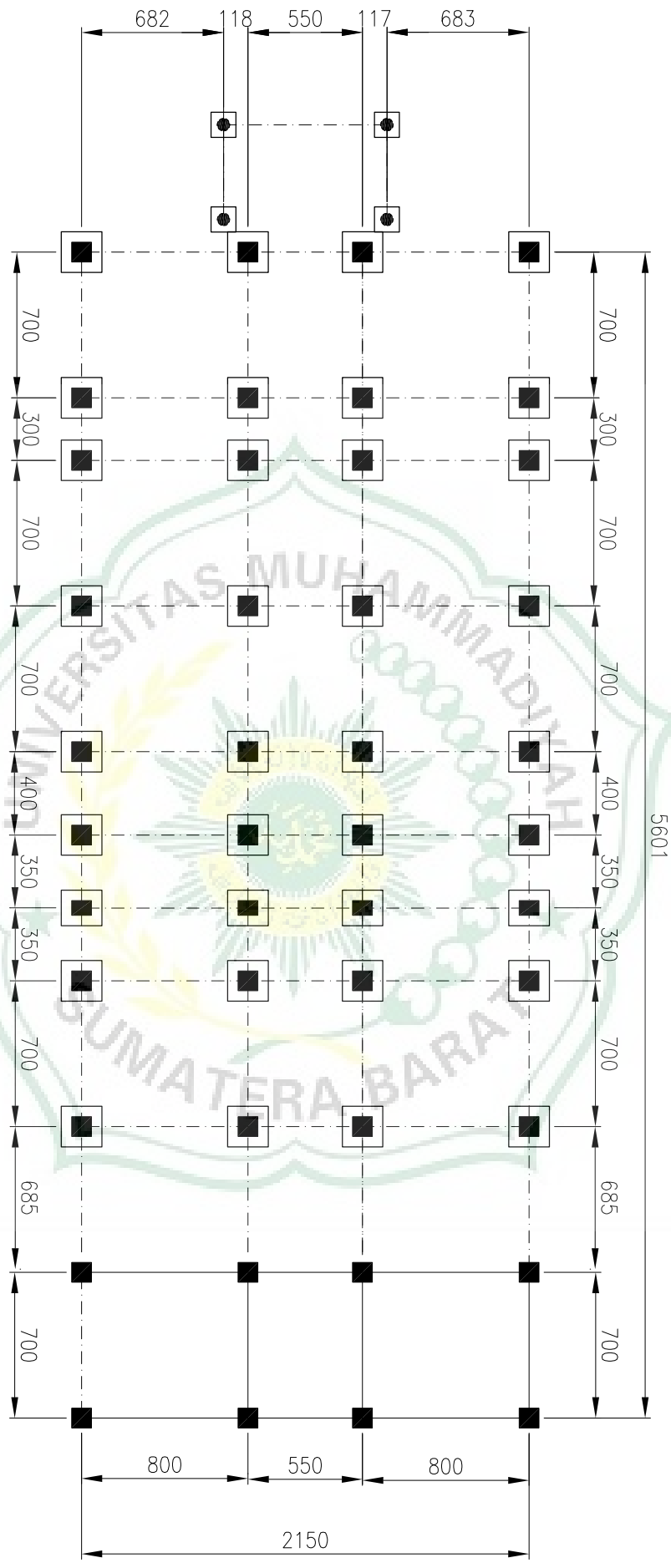
Keterangan: No bit: 0,00; Dsa (2); No Alat: Sondir; M A T; Manometer; Kedalaman; Sondir datar

\*) Jumlah Hambatan Setempat setiap 20 cm

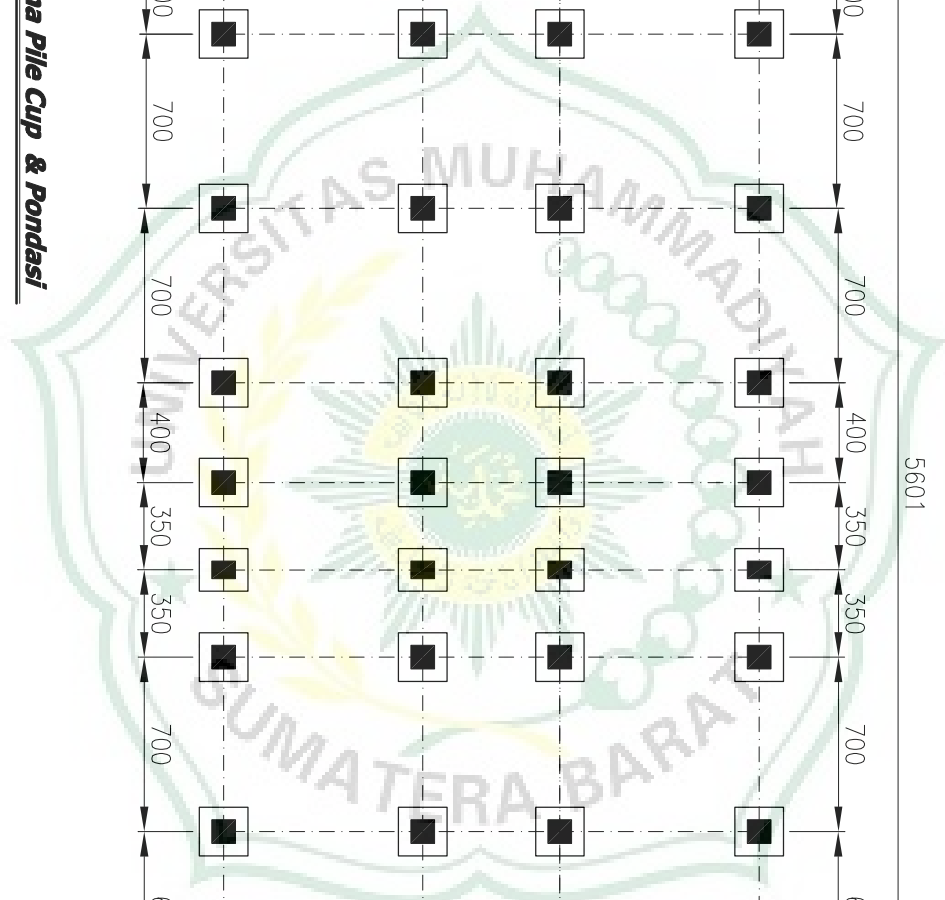
**T** *Denah Rencana Pile Cup & Pondasi Low Ground 1 ( Rencana )*

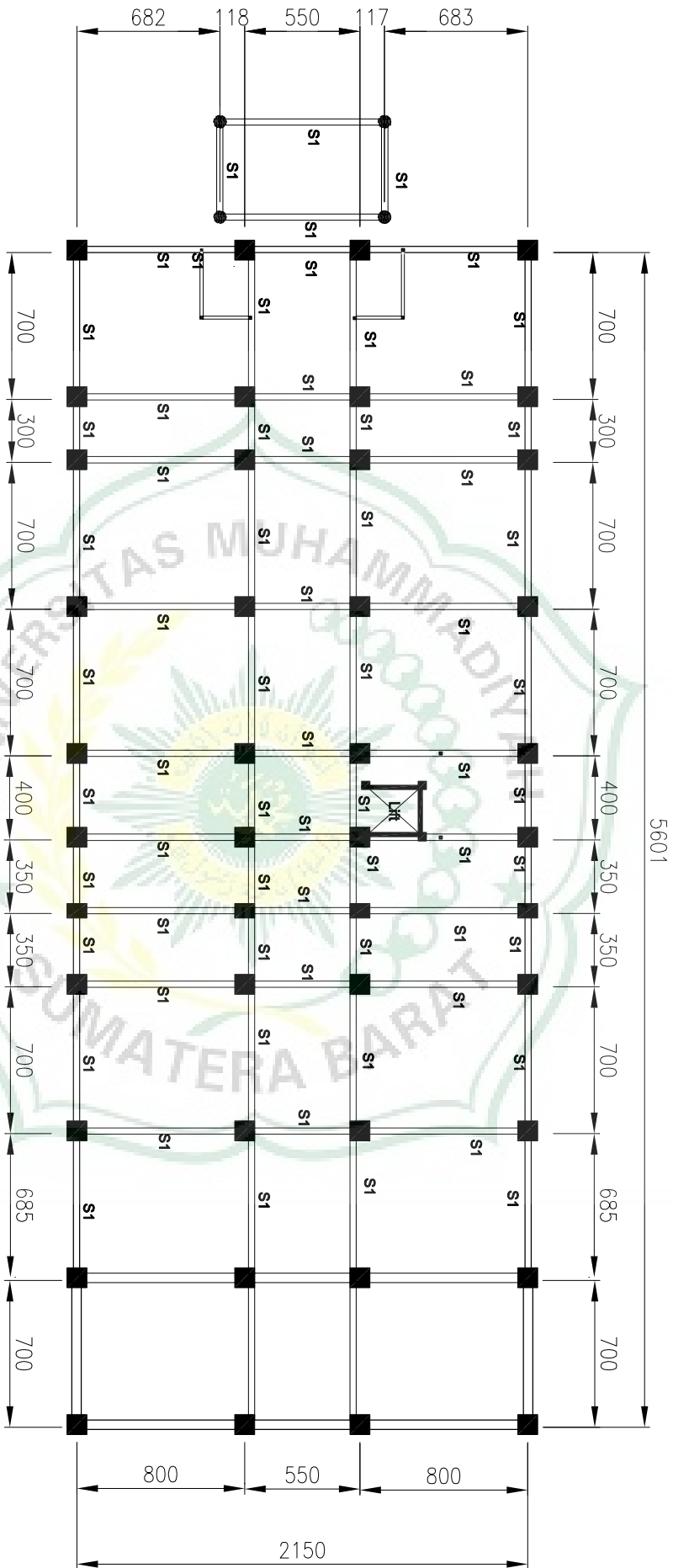
SKALA 1 : 250



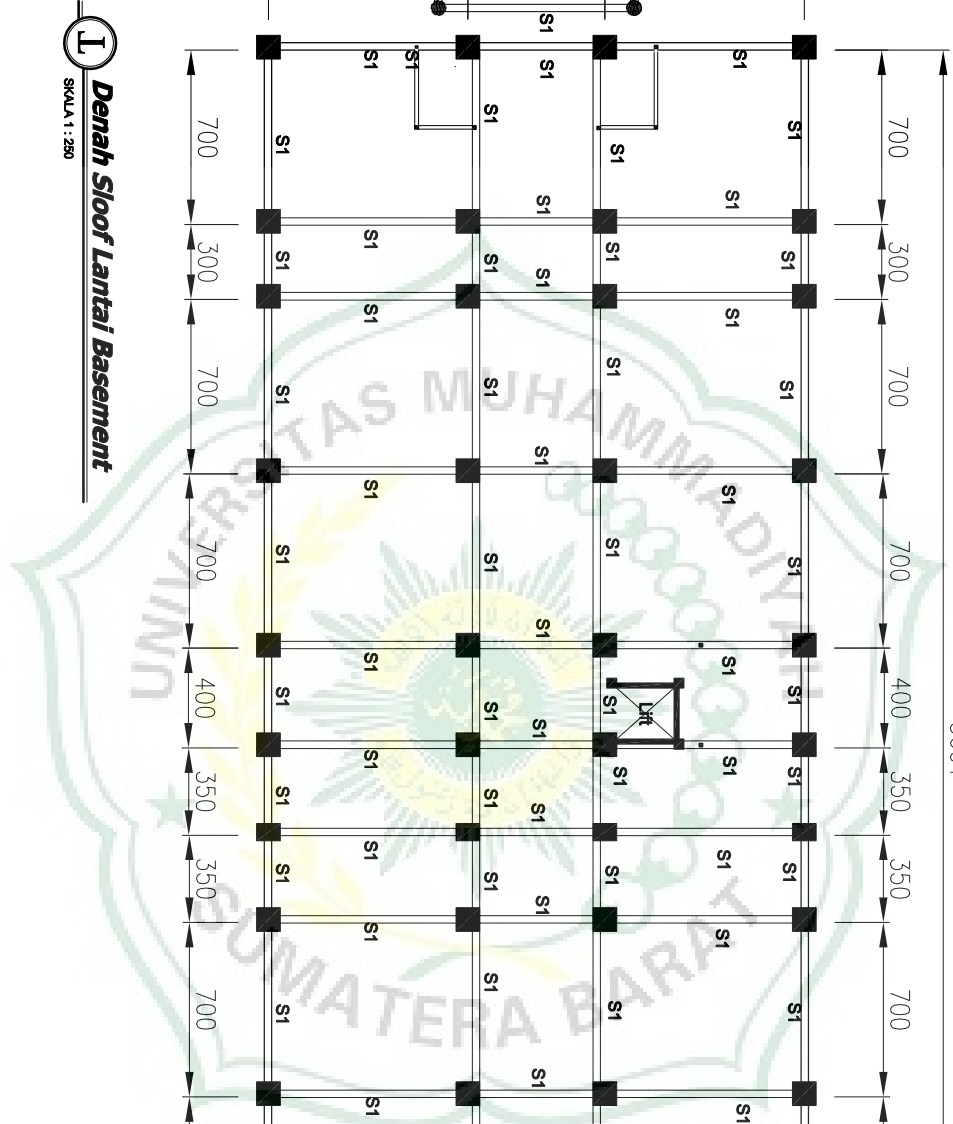


**J** *Denah Rencana Pile Cup & Pondasi*  
 SKALA 1 : 250



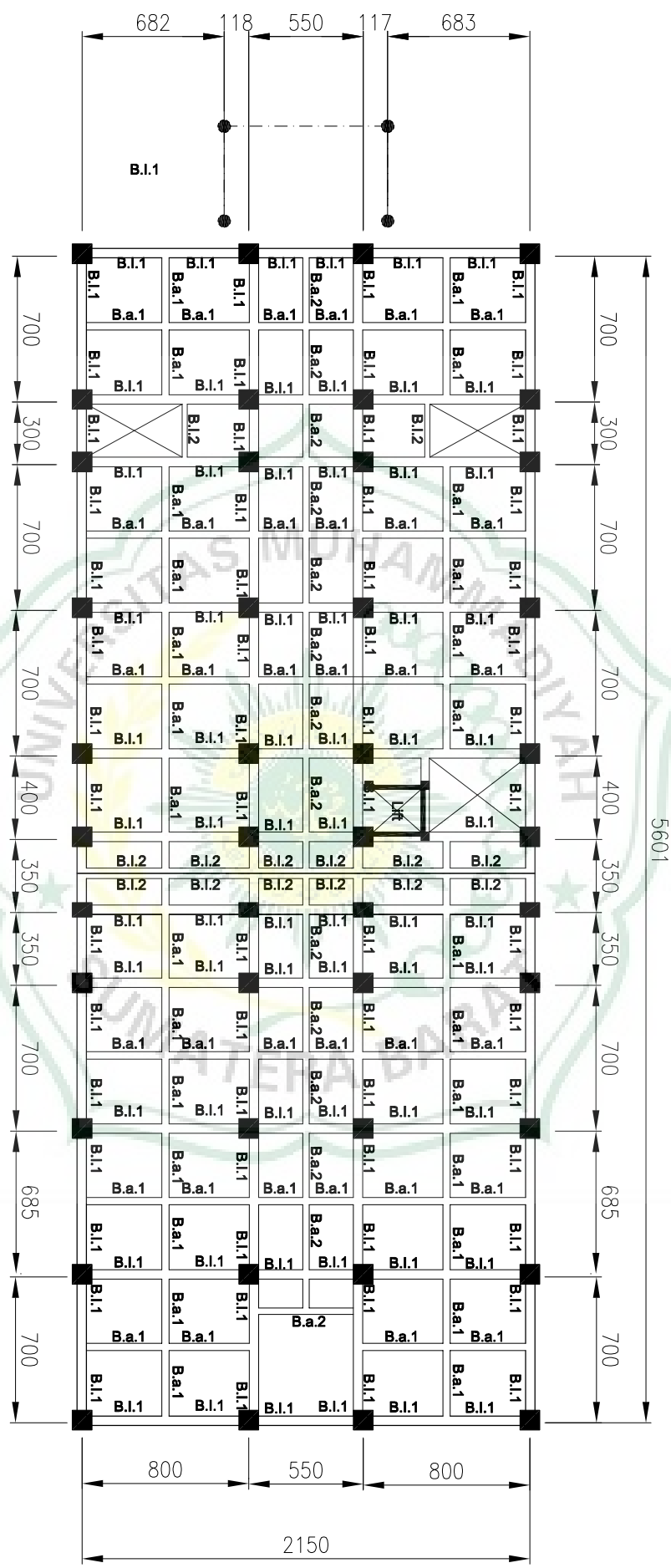


**Denah Sloof Lantai Basement**  
 SKALA 1 : 250



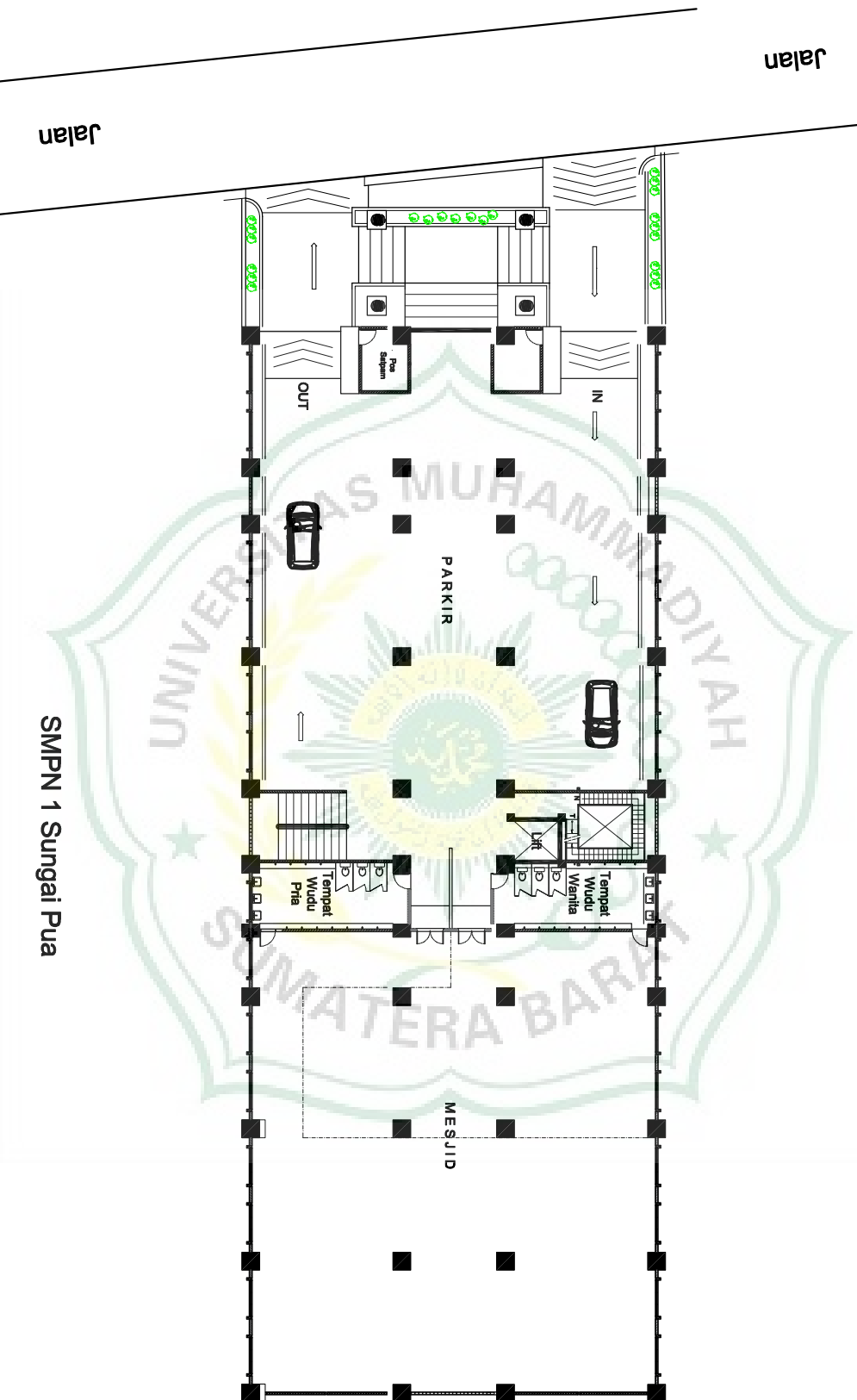
**Denah Balok Lantai Basement**

SKALA 1 : 250





Lapangan Bola Nagari

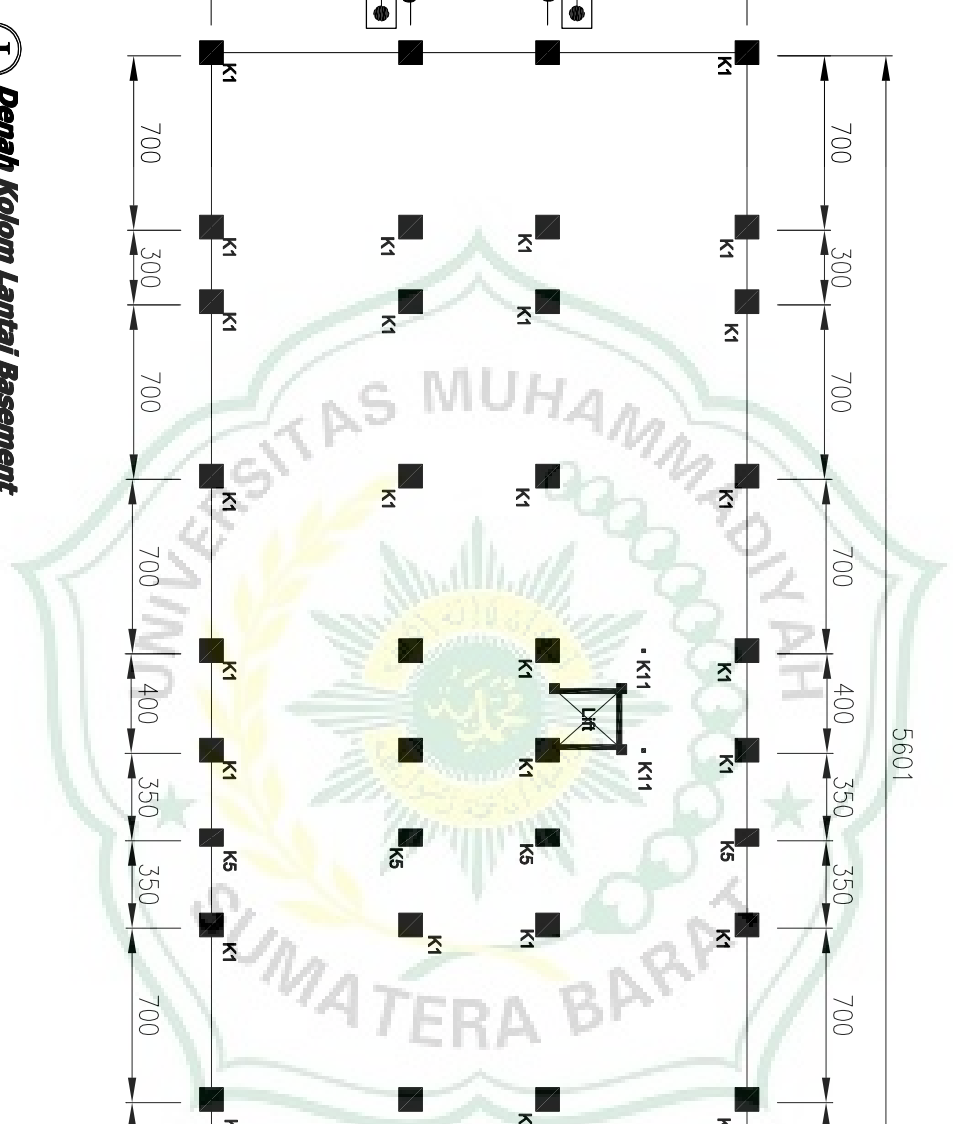
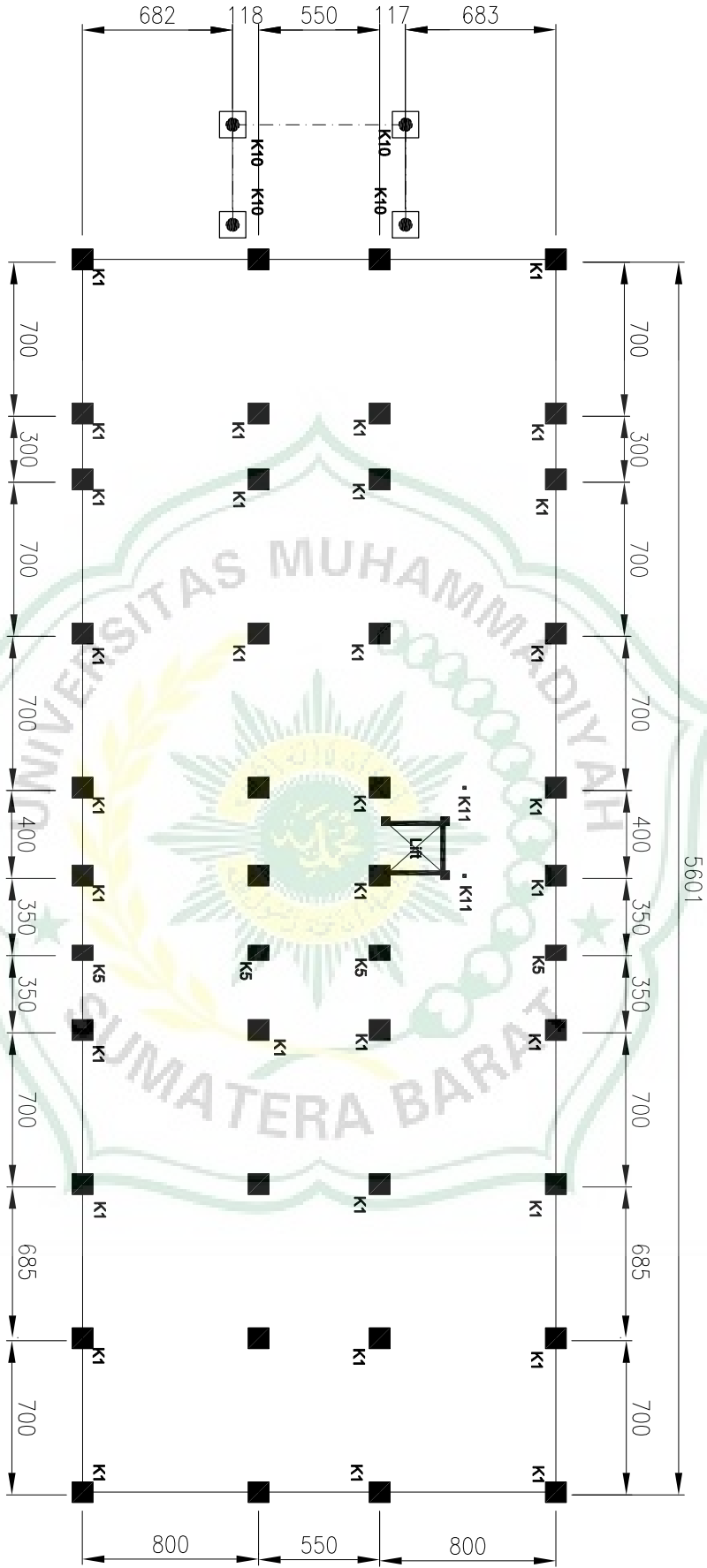


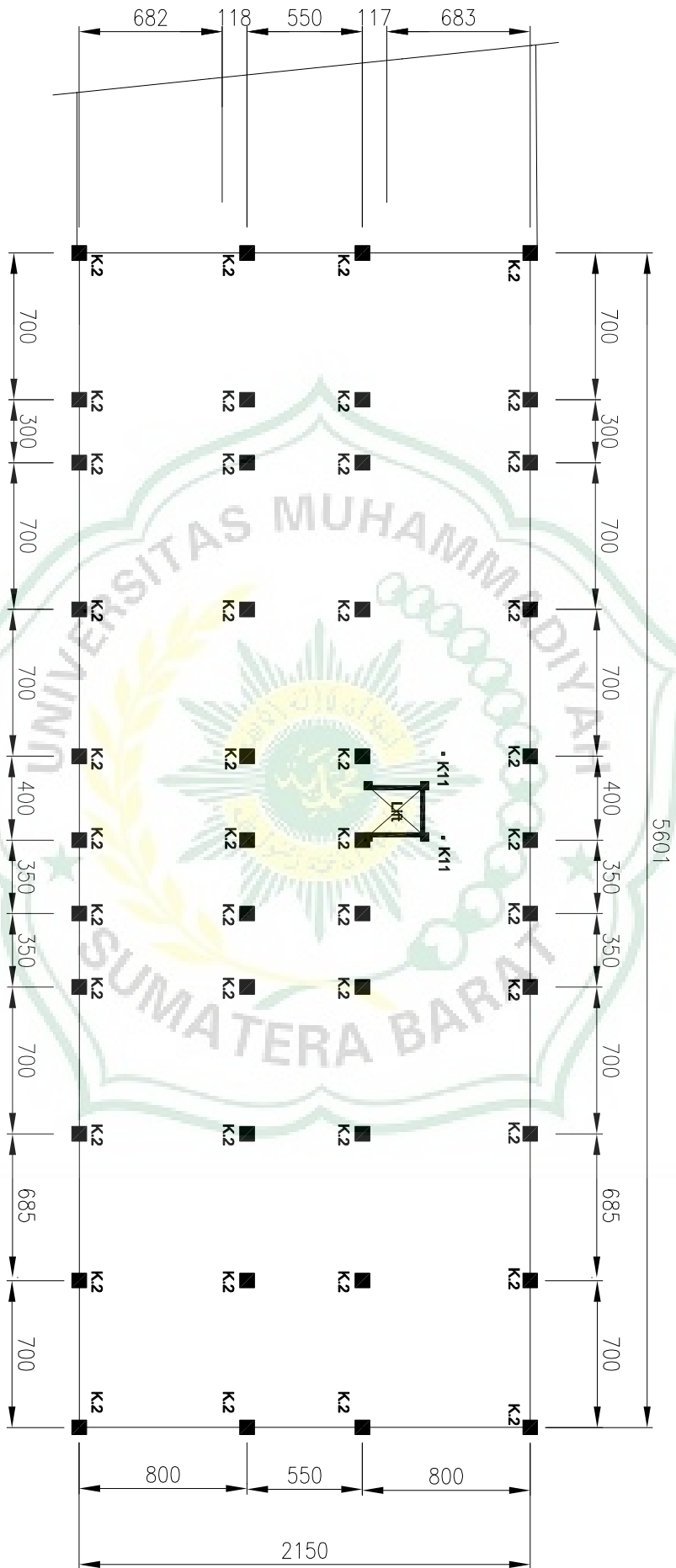
SMPN 1 Sungai Pua



**Denah Kolom Lantai Basement**

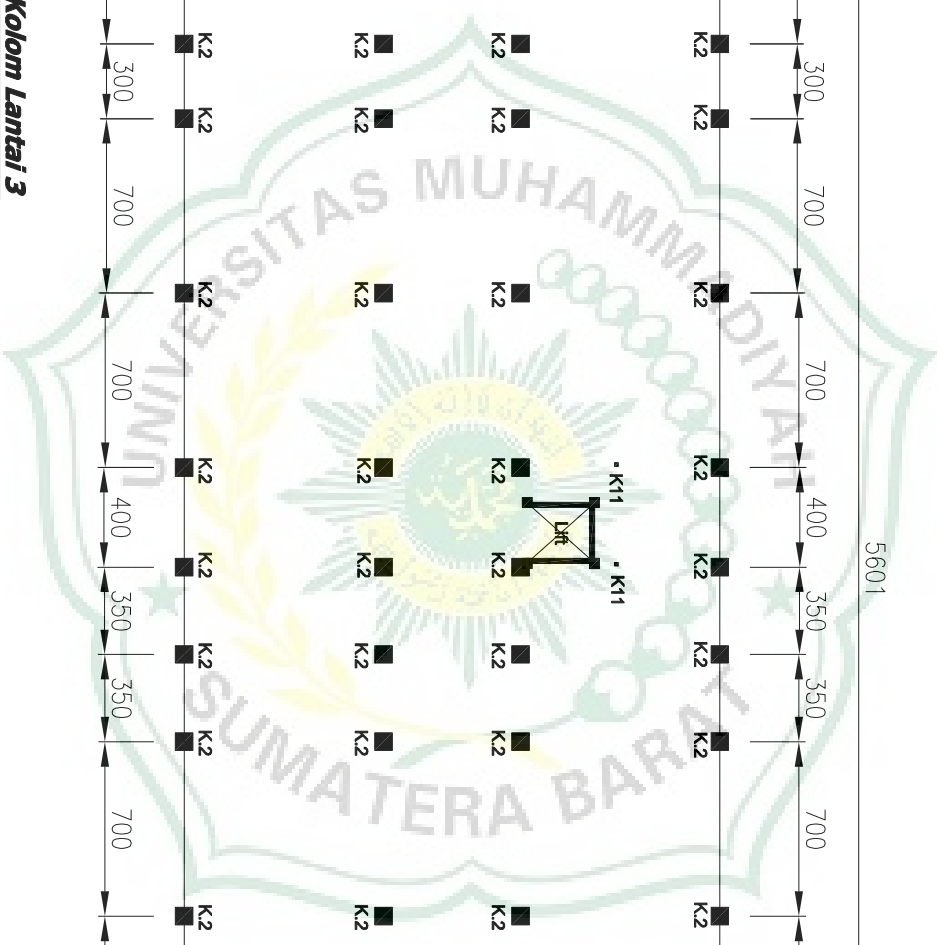
SKALA 1 : 250

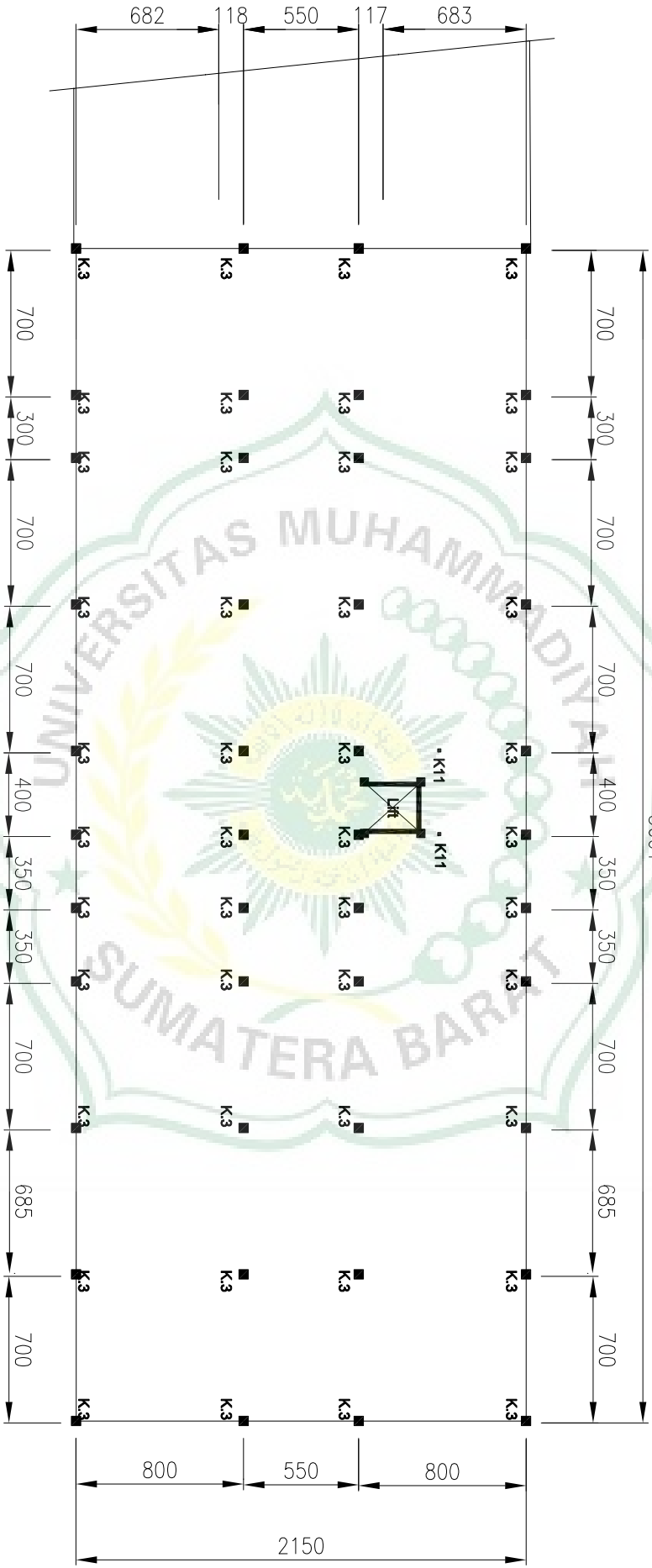




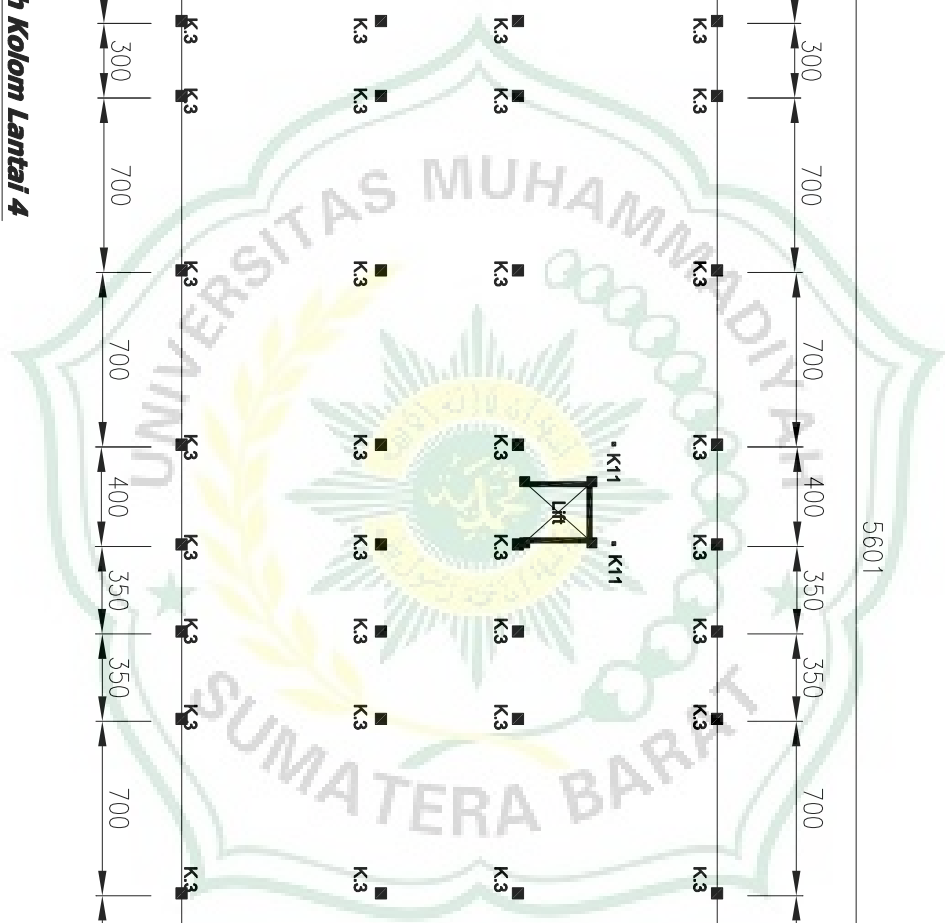
**Denah Kolom Lantai 3**

SKALA 1 : 250

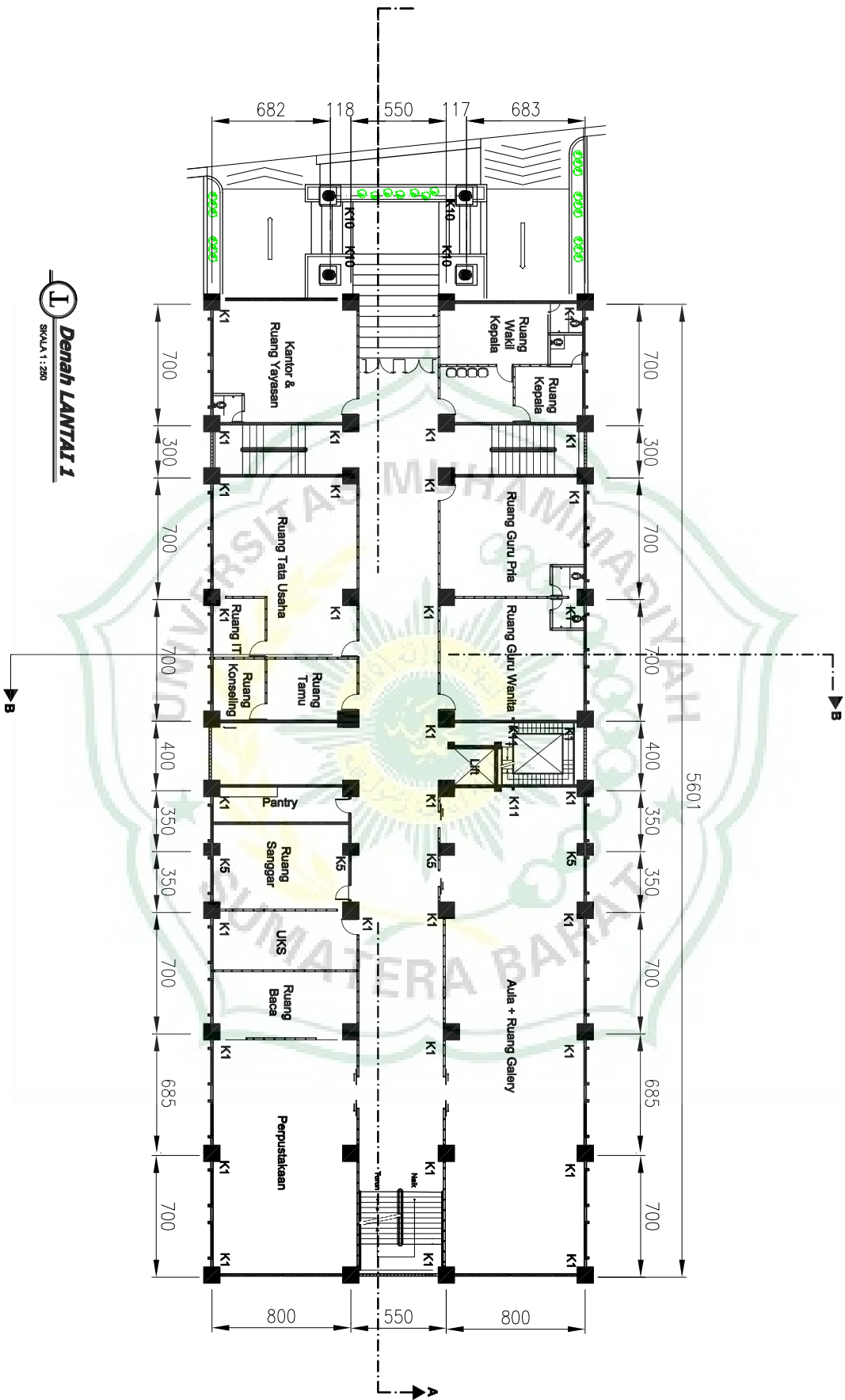


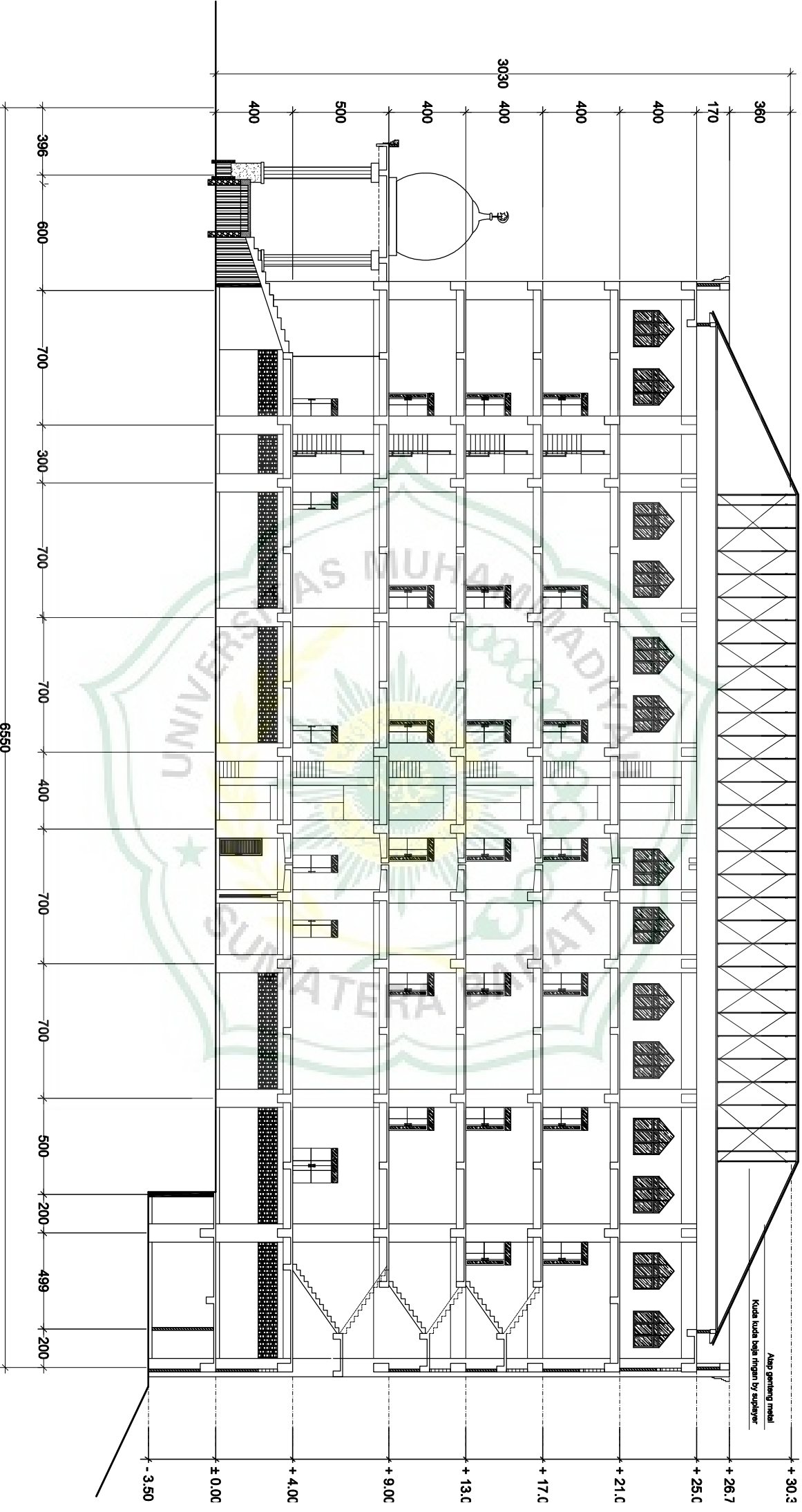


**Denah Kolom Lantai 4**  
 SKALA 1 : 250

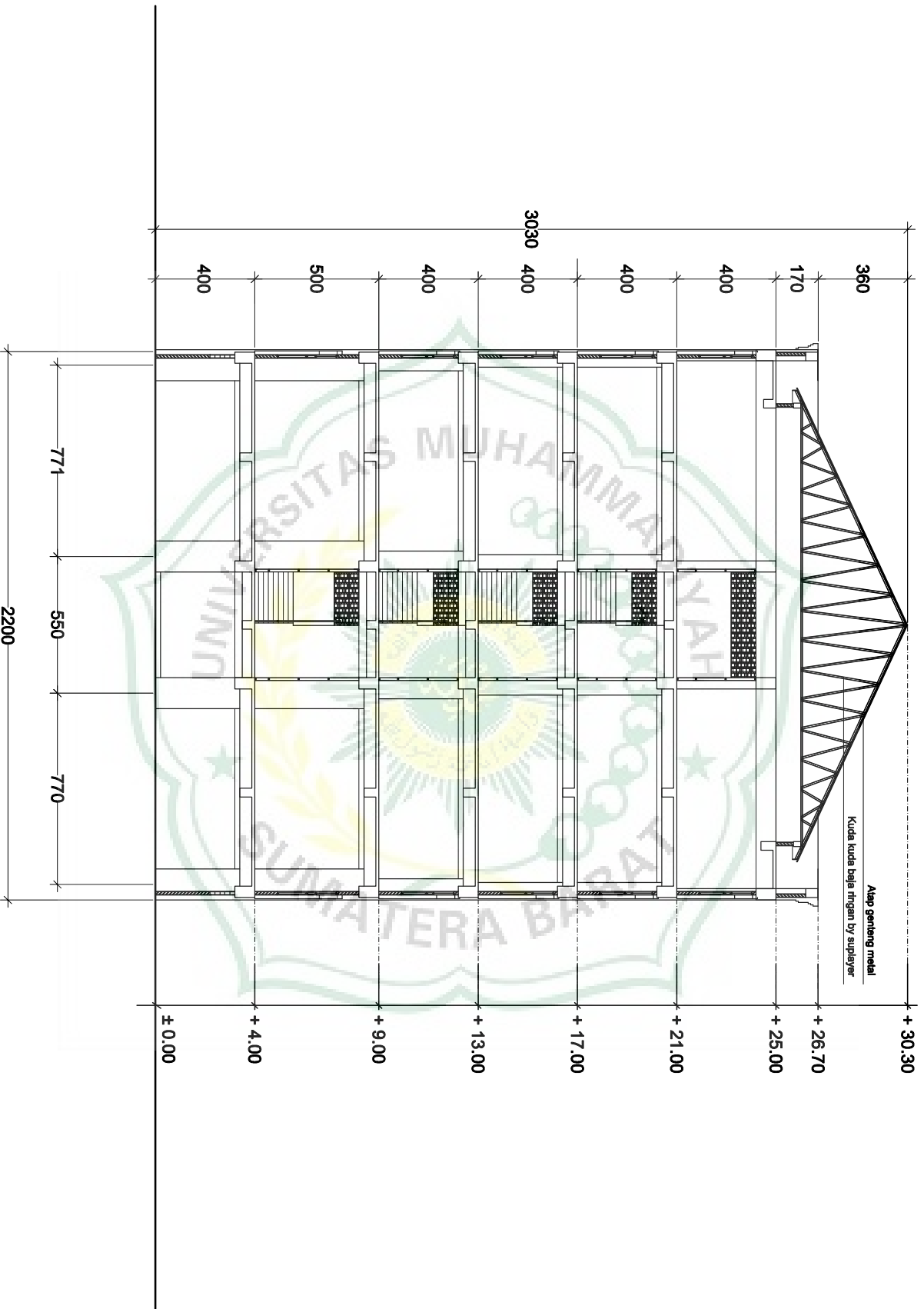


**Denah LANTAI 1**  
 SKALA 1 : 200

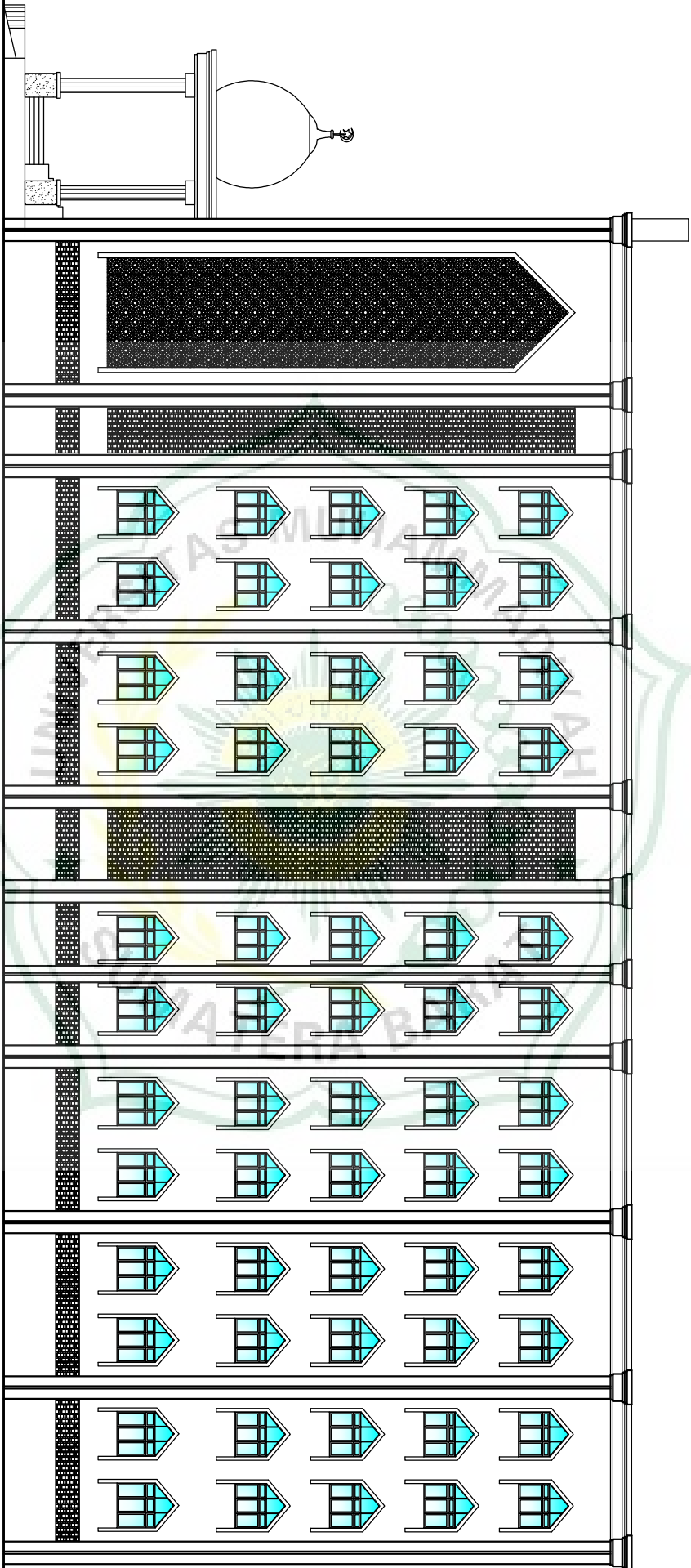




**Potongan A - A**  
SKALA 1:250



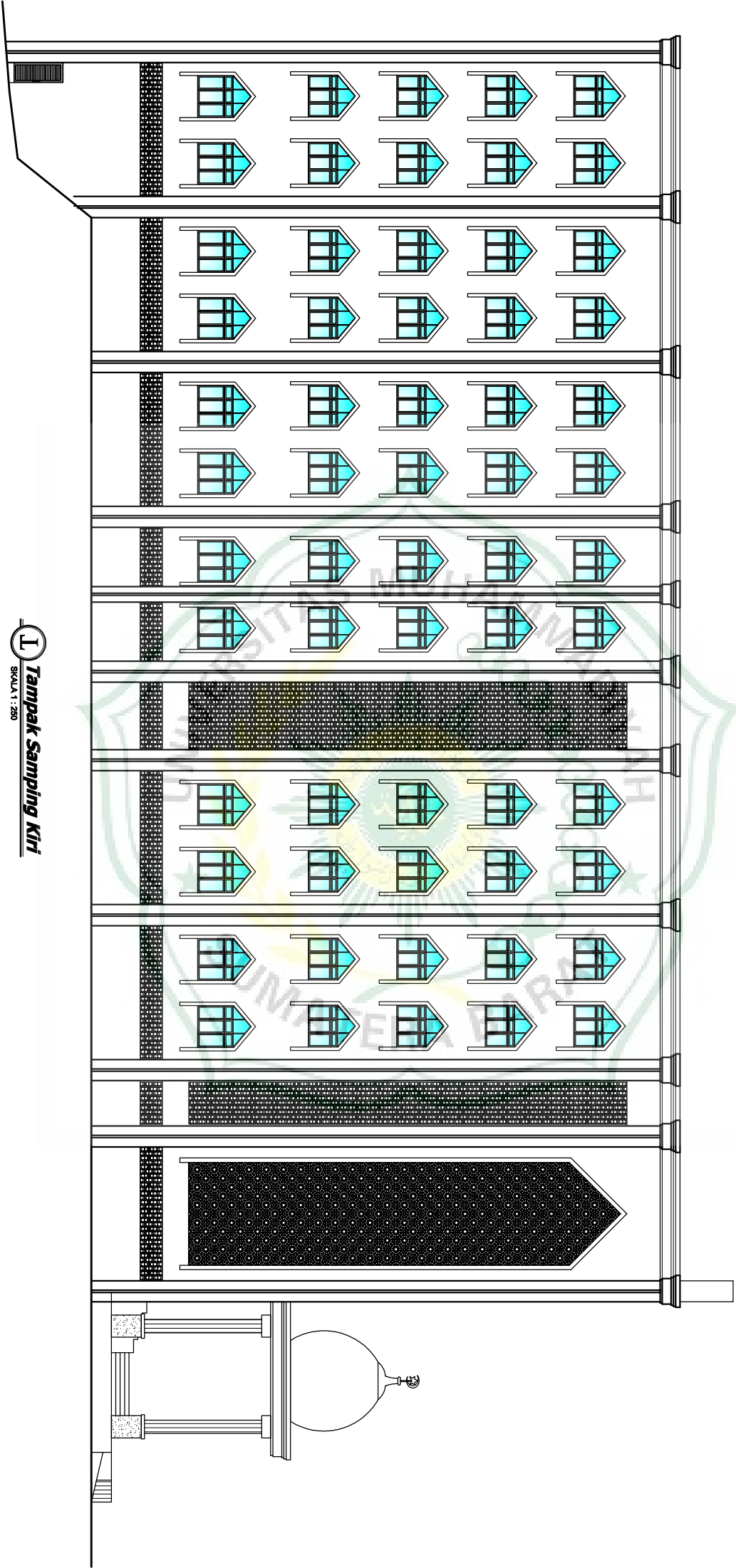
**T** Potongan B - B  
 SKALA 1 : 250

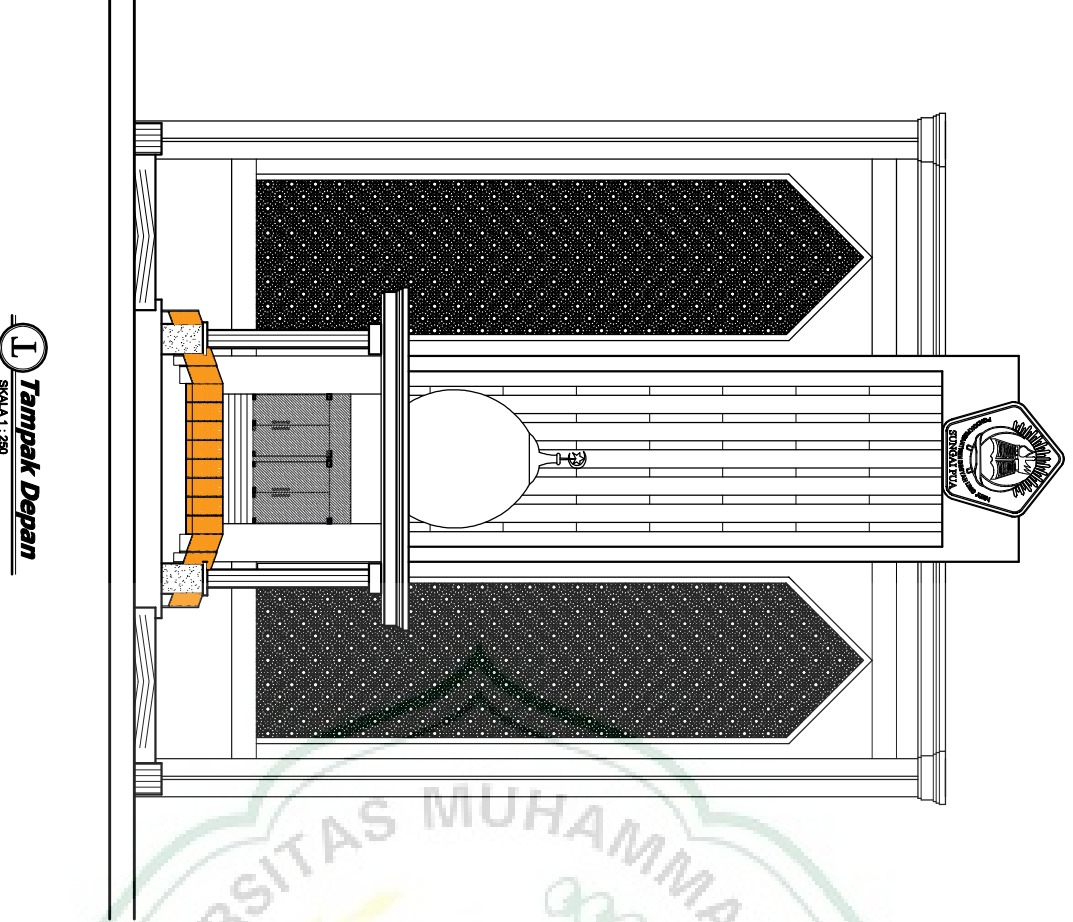


**T** *Tampak Samping Kanan*  
SKALA 1 : 250

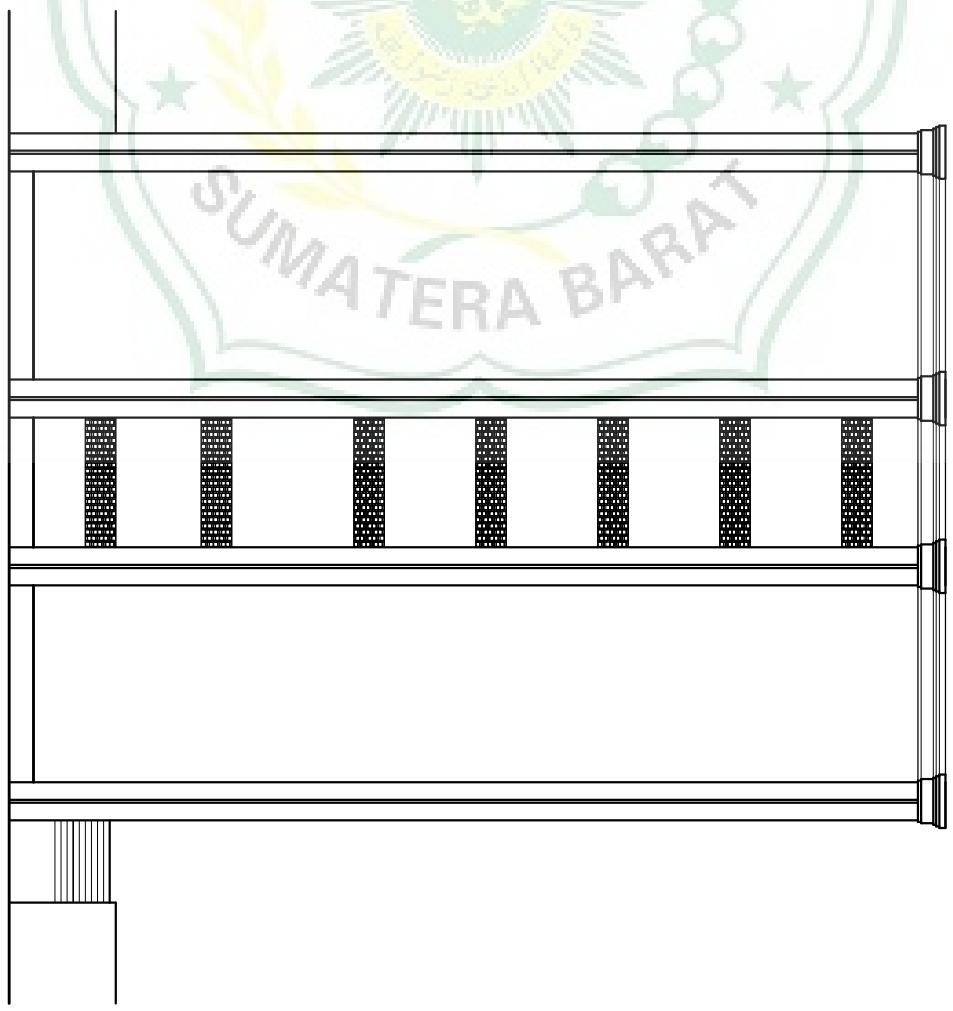


**T** *Tampak Samping Kiri*  
SKALA 1 : 250





**T** *Tampak Depan*  
SKALA 1 : 250



**T** *Tampak Belakang*  
SKALA 1 : 250



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
 Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa	:	Yasi Ratna Sari
NIM	:	181000222201150
Program Studi	:	Teknik Sipil
Pembimbing I	:	Musril, ST, MT
Pembimbing II	:	Yonzaol Putra, ST, MT
Judul	:	Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pesantren Dnirah Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	29-22	Prosesi Babasa		
2.	9	Keasalahan		
3.	29-22	Daftar Isi		
4.	6	Revisi Rekapitulasi		
5.		Revisi		
6.		Revisi Data Sederet		
7.	1-22	Revisi abstrak		
8.	7	Daftar Notasi, Daftar Gambar, Daftar Tabel		
9.		Daftar pustaka		
10.		Data Sederet dan Gambar Druah		

Catatan

- Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar
- Dapat diperbanyak bila diperlukan

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi Teknik.....  
 Yonzaol Putra  
 NIDN. ....



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
 Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Yesi Fatma Sari
NIM	:	181000222201150
Program Studi	:	Teknik Sipil
Pembimbing I	:	Mauril, ST, MT
Pembimbing II	:	Yorizal Putra, ST, MT
Judul	:	Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pesantren Diniyah Limo Jurai Sungai Pua Kab. Agan

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	2 - 2022	Acc untuk seminar	2/9-22	[Signature]
2.	7	Hasil dan cek plagiat	[Signature]	[Signature]
3.		Acc Seminar hasil		[Signature]
4.				
5.		Sangat		
6.		sidang	22/8-22	[Signature]
7.		Siip		
8.				
9.				
10.		Acc untuk sidang	28-22	[Signature]

Catatan:  
 1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.  
 2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi Teknik.....,

NIDN. ....



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
 Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

### REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 18 Agustus 2022

Nama : **Yesi Ratna Sari**  
 NIM : 181000222201150  
 Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah  
 Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan : *Ditambah data awal proyek.* ✓  
*- Penulisan huruf dalam tabel di standar* ✓  
*- gambar diperjelas.*  
*- cek perhitungan pondasi.* ✓  
*- cek perhitungan pembebanan*



Ketua Penguji,

**Masril, S.T., M.T.**  
 NIDN. 1005057407

*HCC Sidang*  
*22/8 - 22*



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

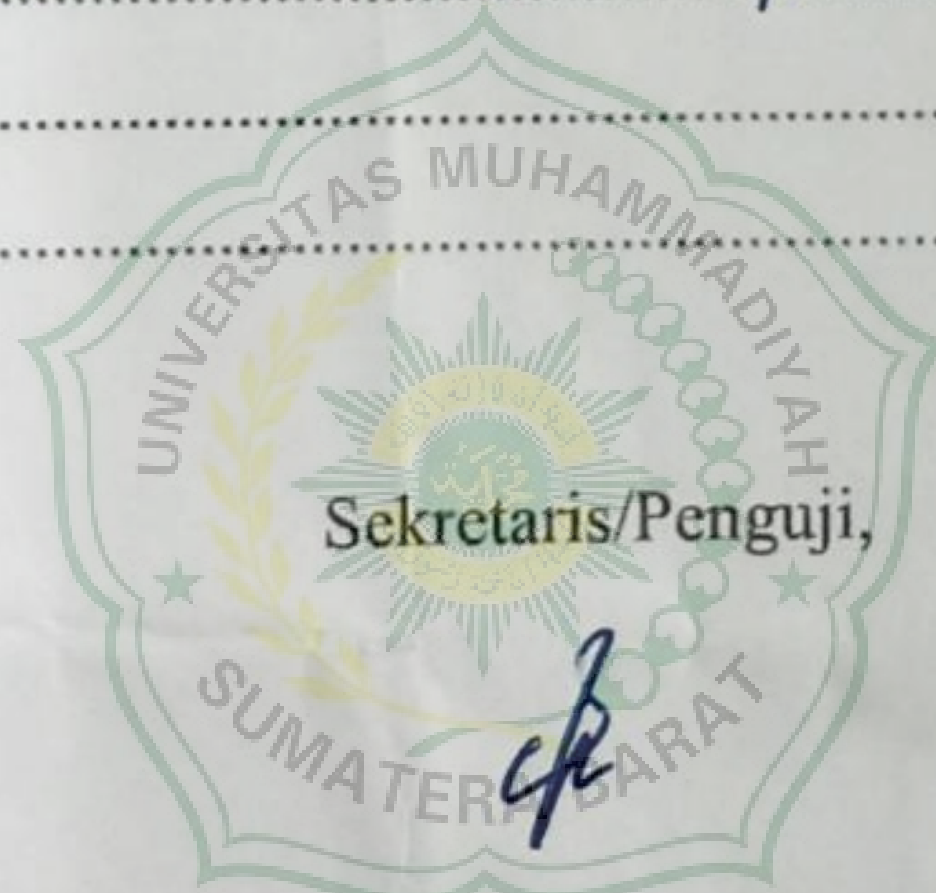
## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

### REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 18 Agustus 2022

Nama : **Yesi Ratna Sari**  
NIM : 181000222201150  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah  
Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam  
Catatan Perbaikan :  
.....  
Perbaiki crop GAP 2000  
.....  
Perbaiki Rapor PaBalungan  
.....  
Perbaiki kesimpulan.  
.....  
Perbaiki hitungan pondasi CSP 600 mm.  
.....  
.....  
.....



**Yorizal Putra, S.T., M.T.**  
NIDN. 1002049201



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

### REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 18 Agustus 2022

Nama : **Yesi Ratna Sari**  
NIM : 181000222201150  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah  
Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan : .....

• Perbaiki seluruh preliminary design.



**Elfania Bastian, S.T., M.T.**  
NIDN. 1018118901



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

## REVISI SIDANG SKRIPSI Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : **Yesi Ratna Sari**  
NIM : 181000222201150  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah  
Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam  
Catatan Perbaikan : .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....



**Masril, S.T., M.T.**  
NIDN. 1005057407

*Acc received & passed 28/8 - 22 J.S.*





**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SIDANG SKRIPSI**  
Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : **Yesi Ratna Sari**  
NIM : 181000222201150  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah  
Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam  
Catatan Perbaikan : .....

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

*Yesi Ratna Sari*  
Ace Tolid



**Yorizal Putra, S.T., M.T.**  
NIDN. 1002049201



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aul Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929403  
Website: [www.fl.umsh.ac.id](http://www.fl.umsh.ac.id) Email: [fakultateknik@umsh.ac.id](mailto:fakultateknik@umsh.ac.id)

### REVISI SIDANG SKRIPSI

Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : Yesi Ratna Sari  
NIM : 181000222201150  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah  
Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan : .....

*Perbaikan dan Teknik Sipil*

.....

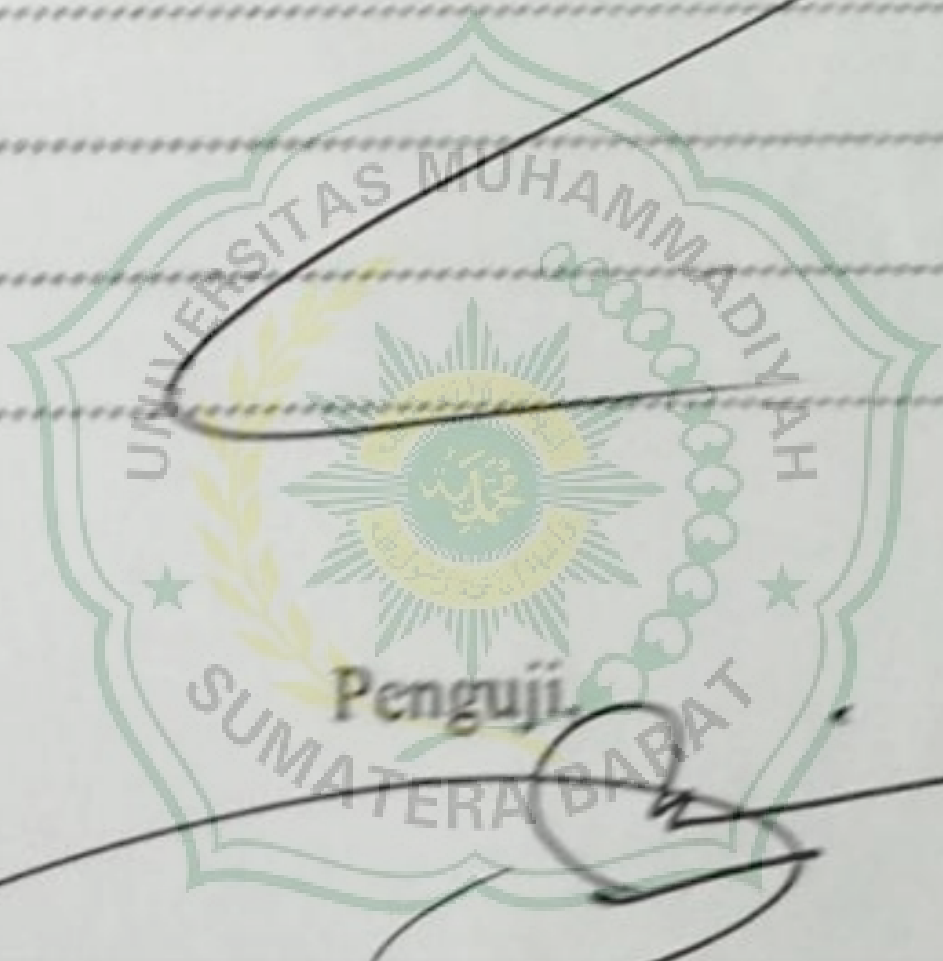
.....

.....

.....

.....

.....



*Revisi*

*Jilid*

*03/08/22*

**Jon Hafnil, S.T., M.T.**  
NIDN. 8916810021



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsb.ac.id](http://www.ft.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

### REVISI SIDANG SKRIPSI

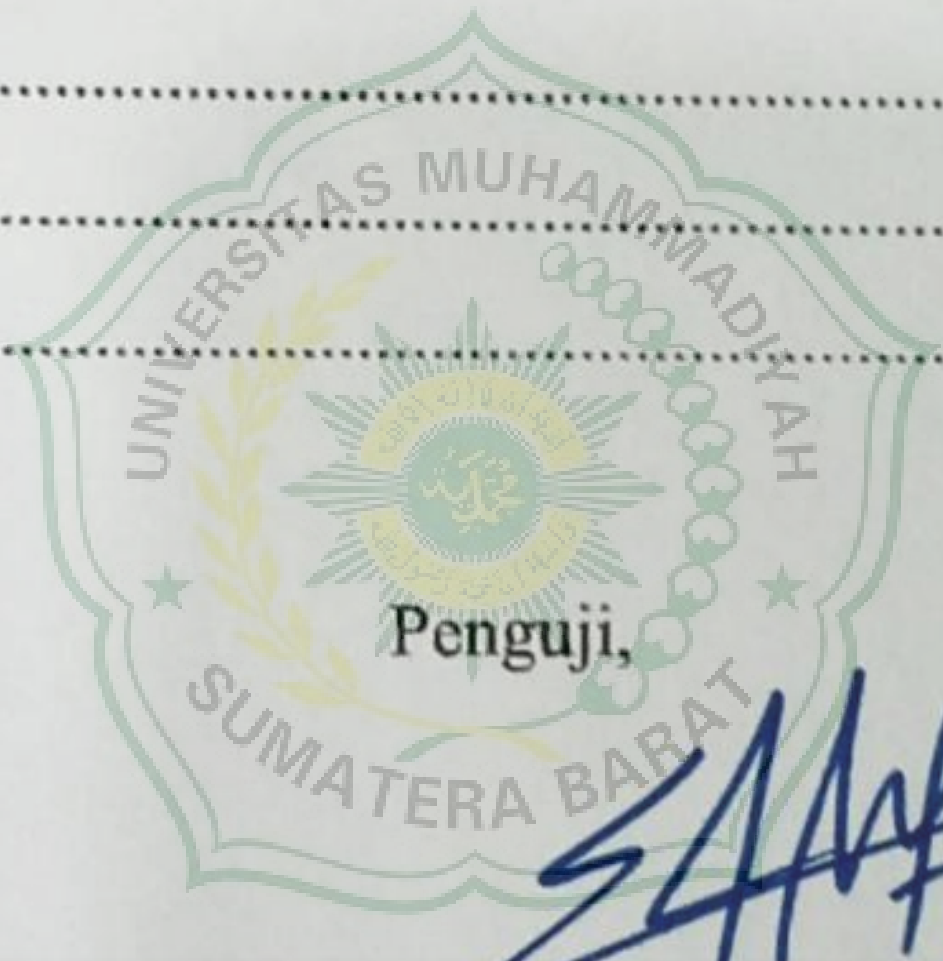
Tanggal Ujian: 24 Agustus 2022

Nama : **Yesi Ratna Sari**  
NIM : 181000222201150  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Belajar Pondok Pesantren Diniyah  
Limo Jurai Sungai Pua Kabupaten Agam  
Catatan Perbaikan :

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

ok!

Atk Jild  
FA



*[Handwritten Signature]*

**Elfania Bastian, S.T., M.T.**  
NIDN. 1018118901