

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN STUKTUR GEDUNG PESANTREN UKHUWAH**

**TABEK GADANG AUR KUNING**

*Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat*



**Oleh :**

**FAJRI HAMDANI**

**181000222201042**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**

**2022**

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

PERENCANAAN STUKTUR GEDUNG PESANTREN UKHUWAH TABEK  
GADANG AUR KUNING

Oleh :

FAJRI HAMDANI

18.10.002.22201.042

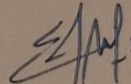
Dosen Pembimbing I



MASRIL, S.T., M.T

NIDN. 1005057407

Dosen Pembimbing II



ELFANIA BASTIAN, S.T., M.T

NIDN. 1018118901

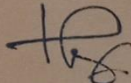
Dekan Fakultas Teknik



MASRIL, S.T., M.T

NIDN. 1005057407

Ketua Prodi Teknik Sipil



Helga Yermadona, S.Pd., M.T

NIDN. 1013098502

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

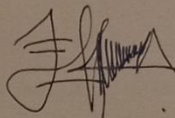
2022

## LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 14 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 18 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,


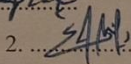
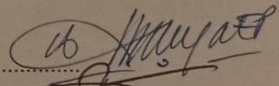
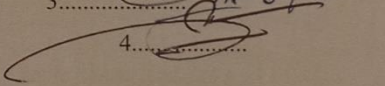


Fajri Hamdani

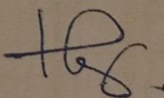
181000222201042

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal..... :

1. Masril, S.T., M. T.
2. Elfania Bastian, S. T., M. T.
3. Ir. Surya Eka Priana, S. T., M. T.
4. Jon Hafnil, ST. MT

1.  1. ....  
2.  2. ....  
3.  3. ....  
4.  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 : Fajri Hamdani  
Tempat dan Tanggal Lahir : Bukittinggi 03 Oktober 1998  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah  
Tabek Gadang Aur Kuning

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 ketidakbenaran 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 UM Sumatera Barat.

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

Bukittinggi, 18 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Fajri Hamdani

181000222201042

## ABSTRAK

Perencanaan Pembangunan Struktur Gedung Pesantren Ukhwuh Tabek Gadang bertujuan untuk meningkatkan fasilitas, prasaranaan dibidang dakwah dan keagamaan, serta meningkatkan minat, bakat siswa dan siswi melanjutkan pendidikannya di presantren. Perencanaan ini merencanakan pembangunan struktur gedung untuk mencapai perencanaan yang kuat, aman, serta memenuhi syarat yang telah di atur dalam peraturan-peraturan yang berlaku untuk perencanaan struktur gedung. Perencanaan Struktur Gedung Pesanten Ukhwuh Tabek Gadang *dipreliminary Desain* menggunakan SAP 2000. Pembeban yang diinput pada SAP 2000 ialah beban mati, beban hidup, berat sendiri bangunan, beban gempa. Dari hasil *preliminary desain* didapatkan hasil penulangan balok induk (BI 1) ukuran  $50 \times 75$  dengan mutu beton 30 Mpa, mutu baja 400 Mpa, penulangan tumpuan 4D19, penulangan lapangan 8D19, tulangan geser  $\emptyset 10 - 300$ . Balok induk (BI 2) ukuran  $45 \times 60$  dengan mutu beton 30 Mpa, mutu baja 400Mpa, penulangan lapangan 4D16, penulangan tumpuan 4D16, tulangan geser  $\emptyset 10 - 100$ . Balok anak ( Ba ) ukur  $40 \times 45$  dengan mutu beton 30 Mpa, mutu baja 400 Mpa, penulangan tumpuan 3D16, penulangan lapangan 3D 16, tulangan geser  $\emptyset 10 - 200$ . Kolom 1 ukuran  $75 \times 75$  mutu beton 30 Mpa, Mutu Baja 400 Mpa tulangan total aksial 12 D 16, tulangan geser  $\emptyset 10 - 200$ . Kolom 2 ukuran  $60 \times 60$  tulangan tota aksial 8 D 16, tulangan geser  $\emptyset 10 - 200$ . Penulangan pada pelat lantai dan pelat atap  $\emptyset 10 - 150$ . Dari perencanaan diatas dapat disimpulkan telah memenuhi syarat dan ketentuan yang ada pada peraturan dan standar indonesia.

**Kata Kunci : Struktur Balok, Kolom, Pelat lantai, Pelat Atap, Pembebanan, Tulangan**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah yang telah melimpahkan rahmad dan karunianya, sehingga Skripsi dapat terselesaikan sesuai dengan yang direncanakan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi persyaratan akademik untuk memperoleh Gelar Sarjana Teknik Sipil Di Universitas Sumatera Barat.

Laporan ini dapat terselesaikan bukan hanya dari kemampuan penulis saja, melainkan atas dukungan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Masril, ST, MT selaku Dekan Fakultas Tekni UMSB.
2. Ibuk Helga Yermadona, S.Pd M.T selaku Ketua Prodi Teknik Sipil.
3. Bapak Masril, ST, MT. Selaku Dosen Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan serta memberikan masukan kepada penulis.
4. Ibuk Elfania Bastian, ST.MT selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan serta memberi masukan kepada penulis.
5. Bapak dan ibuk dosen pengajar serta semua staf tata usaha yang telah banyak memberikan ilmu dan juga membantu dalam proses perkuliahan.
6. Orang tua, kakak, dan adik yang telah memberikan dukungan, moril, doa, dan kasih sayang.
7. Semua pihak yang namanya tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa masih terdapat kekurangan dalam Seminar Proposal ini. Oleh karena itu penulis berharap saran dan arahan dari pembaca akan sangat bermanfaat bagi penulis.

Bukittinggi, 12 Maret 2022

Penulis

## DAFTAR ISI

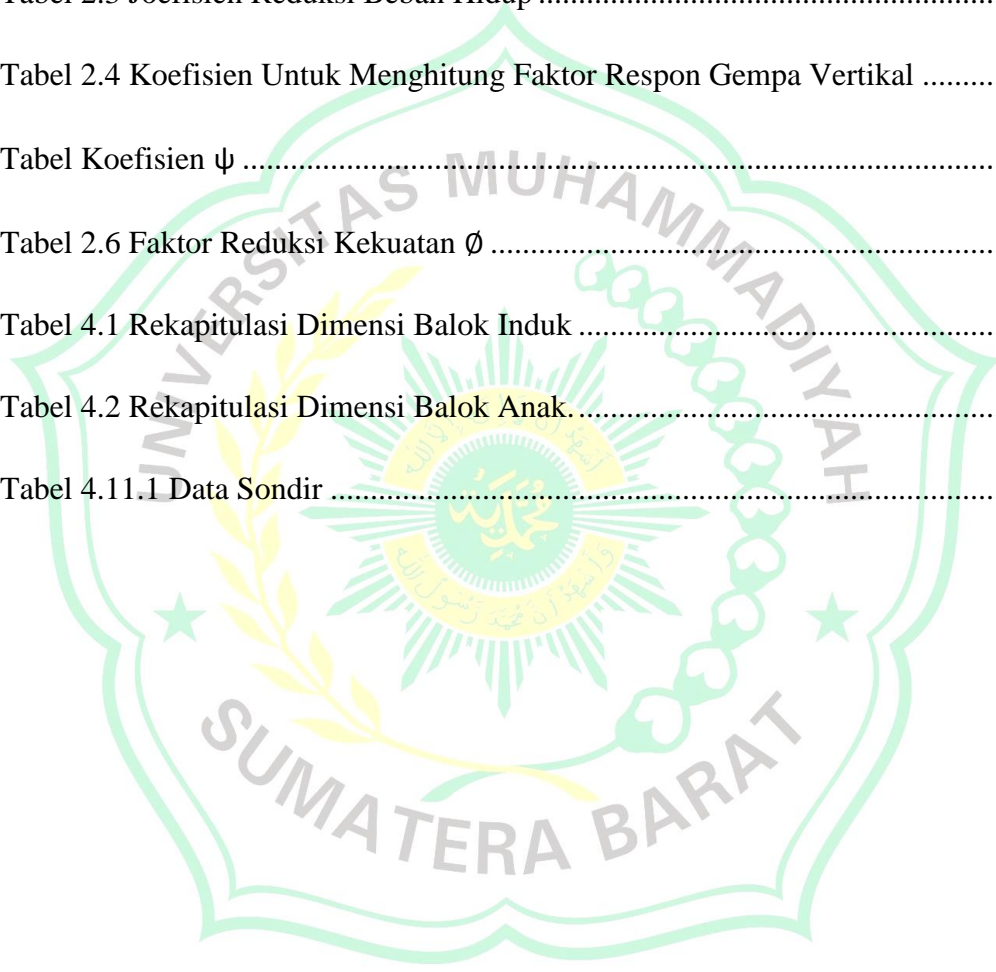
	Halaman
HALAMAN JUDUL	
HALAMAN PENGESAHAN	
HALAMAN PERYATAAN KEASLIAN	
ABSTRAK .....	i
KATA PENGANTAR. ....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR NOTASI.....	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan dan Manfaat.....	2
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
1.6 .Kriteria Perencanaan.....	4
BAB II TINJAUAN UMUM PROYEK.....	5
2.1 Dasar Perencanaan .....	5
2.1.1 Jenis Pembebanan.....	5
2.1.2 Sistem Kerja Beban .....	11
2.1.3 Provisi Keamanan.....	11
2.1.4 Struktur bangunan.....	13
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	32

3.1 Umum.....	32
3.2 Lokasi Penelitian.....	32
3.3 Data Penelitian .....	33
3.4 Metode Analisis Data.....	34
3.5 Diadram Alir Penelitian. ....	35
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.</b> ....	<b>36</b>
4.1 Perencanaan <i>Preliminary Desaign</i> .....	36
4.2 Data Umum Perencanaan.....	36
4.3 Pembebanan .....	37
4.4 <i>Preliminary Desaign</i> .....	37
4.5 Perencanaan Balok .....	41
4.5.1 Perencanaan Balok Induk.....	41
4.5.2 Perencanaan Balok Anak .....	42
4.6 Perhitungan Balok dan Kolom.....	43
4.7 Perencanaan Pelat Lantai dan Pelat Atap.....	60
4.8 Perhitungan Pelat Lantai dan Pelat Atap.....	60
4.9 Perencanaan Tangga.....	70
4.10 Perhitungan Tangga.....	71
4.11 Perhitungan pondasai .....	75
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.</b> .....	<b>79</b>
5.1 Kesimpulan. ....	79
5.2 Saran.....	80
<b>DAFTAR PUSTAKA.</b> ....	<b>81</b>
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR TABEL

Daftar Notasi .....	viii
Tabel 2.1 Jenis dan Besar Beban mati .....	5
Tabel 2.2 Jenis dan Besar Beban Hidup.....	6
Tabel 2.3 Koefisien Reduksi Beban Hidup .....	7
Tabel 2.4 Koefisien Untuk Menghitung Faktor Respon Gempa Vertikal .....	10
Tabel Koefisien $\psi$ .....	11
Tabel 2.6 Faktor Reduksi Kekuatan $\phi$ .....	13
Tabel 4.1 Rekapitulasi Dimensi Balok Induk .....	41
Tabel 4.2 Rekapitulasi Dimensi Balok Anak.....	42
Tabel 4.11.1 Data Sondir .....	74



## DAFTAR GAMBAR

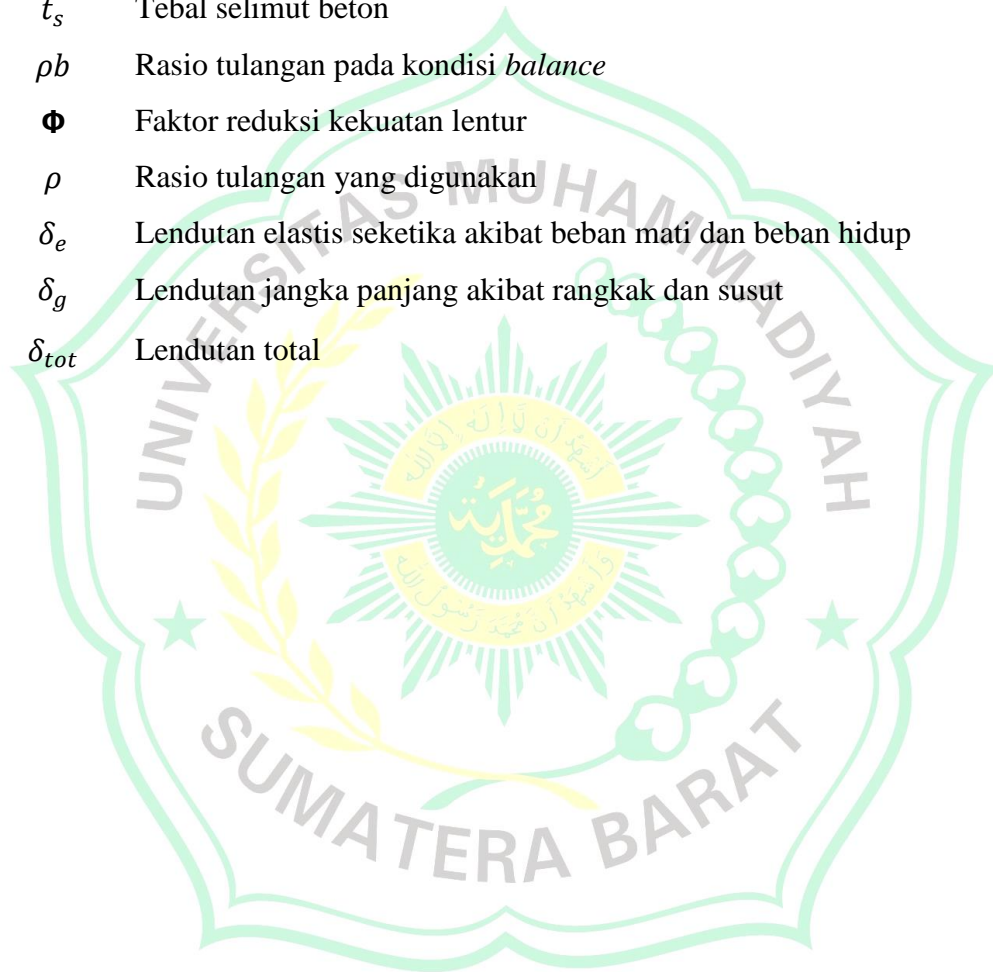
Gambar 1.1 Parameter Gerak TanahSs. ....	9
Gambar 1.2 Gerakan Tanah S1 .....	9
Gambar 3.2.1 Lokasi Perencanaan .....	32
Gambar 4.4.1 Merencanakan <i>Desaign</i> Bangunan .....	37
Gambar 4.4.2Membuat Ukuran Kolom Balok .....	38
Gambar 4.4.3 Menginput Beban Hidup dan Beban Mati.....	38
Gambar 4.4.4 Respon Spektrum Gempa .....	39
Gambar 4.4.5 Beban Gempa Statik Ekuivalen.....	39
Gambar 4.4.6 Hasil Ranning SAP 2000 .....	15
Gambar 4.6.1 Detail Penulangan Balok 40 × 50 .....	46
Gambar 4.6.2 Detail penulangan Balok 45 × 60 .....	50
Gambar 4.6.3 Detail Penulangan Balok 50 × 75.....	54
Gambar 4.6.4 Detai Penulangan Kolom 75 × 75 .....	57
Gambar 4.6.5 Detail Penulangan Kolom 60 × 60 .....	59
Gambar4.8.1 Tabel Penentuan Momen Plat.....	61
Gambar 4.8.2 Detail Penulangan Pelat Lantai .....	65
Gambar 4.8.3 Detail Penulangan Pelat Atap.....	69
Gambar 4.10.1 Detail Penulangan Tangga.....	74
Gambar 4.11.1 Grafik Perlawanan Konus.....	76



## DAFTAR NOTASI

$A_s$	Luas tulangan
$A_{s'}$	Luas tulangan terpakai
B	Ditinjau plat lantai 1m
C	Jarak garis netral terhadap sisi atas beton
D	Tebal efektif plat lantai
$D_s$	Jarak tulangan terhadap sisi luar beton
$E_c$	Modulus elastis beton
$E_s$	Modulus elastis baja tulangan
$f_{cr}$	Kuat tekan beton
$f_y$	Tegangan leleh baja untuk tulangan lentur
$f_r$	Modulus keruntuhan lentur beton
H	Tebal plat lantai
$I_e$	Inersia efektif untuk perhitungan lendutan
$I_g$	Momen inersia brutto penampang plat
$I_{cr}$	Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton
$L_x$	Panjang bentangan plat arah x
$L_y$	Panjang bentangan plat arah y
$M_{ulx}$	Momen lapangan arah x
$M_{Uly}$	Momen lapangan arah y
$M_{Utx}$	Momen tumpuan arah x
$M_{Uty}$	Momen tumpuan arah y
$M_n$	Momen nominal rencana
$M_a$	Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban)
$M_{cr}$	Momen retak
N	Nilai perbandingan modulus elastis
$Q_D$	Beban mati
$Q_L$	Beban hidup

$Q$	Beban merata (tak terfaktor) pada plat
$R_n$	Faktor tahanan momen
$R_{max}$	Faktor tahanan momen maksimum
$S$	Jarak tulangan yang diperlukan
$S$	Jarak sengkang yang harus digunakan
$S_{max}$	Jarak tulangan maksimum
$t_s$	Tebal selimut beton
$\rho_b$	Rasio tulangan pada kondisi <i>balance</i>
$\Phi$	Faktor reduksi kekuatan lentur
$\rho$	Rasio tulangan yang digunakan
$\delta_e$	Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup
$\delta_g$	Lendutan jangka panjang akibat rangkai dan susut
$\delta_{tot}$	Lendutan total



# BAB 1

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perencanaan pembangunan pesantren ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas pendidikan terutama dibidang agama dan dakwah, serta sebagai acuan atau semangat agar bakat dibidang keagamaan, dan bertambahnya tokoh-tokoh pemikiran dalam bidang agama juga filsafat. Pemikiran masyarakat terhadap pendidikan pondok sangatlah masih kurang, serta masih kurang minat untuk melanjutkan pendidikan anaknya ke pondok atau pesantren, dengan adanya perencanaan gedung pesantren ini berharap meningkatnya minat, bakat, serta menambah pengetahuan tentang keutamaan pesantren merupakan salah satu institusi dakwah, sosial, dan keilmuan dalam bidang agama.

Aspek penulis ingin merencanakan pesantren ini karena belum adanya gedung pesantren yang berdiri di sekitar tempat penulis tinggal, serta minimnya fasilitas berupa gedung-gedung pesantren yang ada, yang membuat minat serta keinginan untuk menuntut ilmu dipesantren sedikit dan cenderung tidak minat untuk penuntut ilmu dipondok, maka dari itu penulis berkeinginan untuk merencanakan pembangunan gedung pesantren agar bertambahnya fasilitas gedung dibidang agama dan dakwah. Dengan terwujudnya bangunan ini maka makin tinggi pula minat dan bakat siswa dan siswi yang ingin melanjutkan pendidikan di bidang agama dan dakwah.

Gedung pondok pesantren direncanakan 3 lantai yang memiliki luas areal sekitar  $366 m^2$  yang terdiri dari beberapa ruang. pada lantai dasar terdapat ruangan resepsionis didekat pintu masuk dan terdapat ruangan guru, serta staf dan beberapa ruangan lainnya. Pada lantai 2 dan 3 terdapat 8 ruangan belajar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang dapat diambil rumusan masalah yang akan digunakan yaitu :

- a. Tidak terdapat bangunan pesantren yang ada disekitaran atau di kawasan aur kuning.
- b. Kurangnya fasilitas pendidikan berupa gedung pesantren dibidang pendidikan agama atau dakwah .
- c. Perencanaan gedung baru pesantren agar bertambah wawasan masyarakat agar memikirkan tentang pendidikan agama dan dakwah.

## **1.3 Batasan Masalah**

Permasalahan yang akan dijabarkan dalam skripsi ini meliputi perencanaan stuktur gedung.

Adapun ruang lingkup dalam perencanaan bangunan ini adalah sebagai berikut :

1. Pembebanan dan penulangan dak atap.
2. Pembebanan dan penulangan pelat lantai.
3. Pembebanan dan penulangan balok.
4. Pembebanan dan penulangan tangga.
5. Perencanaan portal.
6. Pondasi.

## **1.4 Tujuan dan Manfaat**

### **1.4.1 Tujuan**

Tujuan dalam penulisan ini untuk merencanakan stuktur suatu kontruksi yang ideal, sehingga bangunan yang tercipta aman, nyaman, ekonomis, tahan terhadap gempa, dan berfungsi dan sesuai dengan umur rencana pembangunan.

### **1.4.2 Manfaat**

- a) Mengaplikasikan ilmu atau pengetahuan dibidang perencanaan struktur.
- b) Menjadi sarana untuk menyalurkan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan.
- c) Penulis berharap perencanaan ini dapat dipakai sebagai referensi perencanaan Struktur Gedung.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Penulisan ini menggunakan sistematika yang baku supaya memudahkan proses penyusunan. Rincian sistematika penulisan skripsi ini terdiri dari :

- BAB I PENDAHULUAN**  
Terdiri dari latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat penelitian serta sistematika penulisan.
- BAB II TINJAUAN PUSTAKA**  
Pada bab ini berisikan tentang uraian umum, pedoman dan peraturan perencanaan, serta beban-beban yang diprthitungkan serta metode perhitungan.
- BAB III METODOLOGI PENELITIAN**  
Pada bab ini berisikan tentang, lokasi penelitian, data penelitian, metode analisi data, diagram alir penelitian (*flowchart*)
- BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**  
Pada bab ini berisi tentang perhitungan dan pembahasan hasil perhitungan
- BAB V PENUTUP**  
Pada bab ini berisi tentang kesimpulan dan saran.



## 1.6 Kriteria Perencanaan

### 1 Spesifikasi Bangunan

- a. Fungsi Bangunan : Gedung sekolah
- b. Luas Bangunan : 264 m<sup>2</sup>
- c. Jumlah Lantai : 3 lantai
- d. Tinggi Tiap Lantai : 4 m
- e. Kontruksi Atap : Dak Atap

### 2 Spesifikasi Bahan

- a. Mutu Baja Profil : BJ 37
- b. Mutu Beton (f'c) : 35 Mpa
- c. Mutu Baja tulangan (fy) : Polos : 240 MPa.  
Ulir : 280 MPa.



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Dasar Perencanaan

#### 2.1.1 Jenis pembebanan

Dalam merencanakan struktur suatu bangunan bertingkat, digunakan struktur yang mampu mendukung berat sendiri, gaya angin, beban hidup maupun beban khusus yang bekerja pada struktur bangunan tersebut. Beban-beban yang bekerja pada struktur dihitung menurut Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983, beban-beban tersebut adalah :

##### a. Beban Mati (qd)

Beban mati adalah berat dari semua bagian suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian tak terpisahkan dari gedung itu. Untuk merencanakan gedung ini, beban mati yang terdiri dari berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung adalah :

Tabel 2.1 Jenis dan Besar Beban Mati

Jenis Beban	Besar Beban
Baja	7850 kg/m <sup>3</sup>
Beton	2200 kg/m <sup>3</sup>
Beton Bertulang	2400 kg/m <sup>3</sup>
Kayu (Kelas I)	1000 kg/m <sup>3</sup>
Pasir (Kering Udara)	1600 kg/m <sup>3</sup>
Aspal	2200 kg/m <sup>3</sup>
Komponen Gedung	
Plafon	7 kg/m <sup>2</sup>
Penggantung Plafon	11 kg/m <sup>2</sup>
Penutup Atap Genteng	50 kg/m <sup>3</sup>

Lantai Ubin	24 kg/m <sup>2</sup>
Spesi (/cm)	21 kg/m <sup>2</sup>
Dinding Bata ringan	100 kg/m <sup>2</sup>
Dinding Bata Merah	250 kg/m <sup>3</sup>

#### b. Beban hidup (ql)

Beban hidup adalah gravitasi yang bekerja pada struktur dalam masa layannya, dan timbul akibat penggunaan suatu gedung. Termasuk beban ini adalah berat manusia, perabotan yang dapat dipindah-pindahkan, dan barang-barang lainnya. Beban yang direncanakan pada modifikasi struktur ini berdasarkan peraturan PPIUG 1983 dan SNI 1727:2013

Tabel 2.2 Jenis dan Besar Beban Hidup

Jenis Beban	Besar Beban
Lantai dan tangga rumah tinggal sederhana	125 kg/m <sup>2</sup>
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, asrama, rumah sakit	250 kg/m <sup>2</sup>
Lantai ruang olah raga.	400 kg/m <sup>2</sup>
Lantai pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, ruang mesin dan lain – lain	400 kg/m <sup>2</sup>
Lantai gedung parkir bertingkat, untuk lantai bawah.	800 kg/m <sup>2</sup>
Lantai gedung parkir.	400 kg/m <sup>2</sup>

Tabel 2.3 Koefisiensi reduksi beban hidup

Penggunaan Gedung	Koefisien Beban Hidup Untuk Perencanaan Balok Induk
PERUMAHAN / HUNIAN: Rumah sakit / Poliklinik	0,75
PERTEMUAN UMUM : Ruang rapat, Ruangan serba guna, Musholla	0,90
Perpustakaan, Ruang arsip	0,90
Pendidikan Sekolah, Ruangan Kuliah	0,90

Sumber : SNI 03-1727-1989

**c. Beban Angin (W)**

Beban Angin adalah semua beban yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang disebabkan oleh selisih dalam tekanan udara (PPIUG 1983.).

Beban Angin adalah beban yang bekerja pada struktur akibat tekanan-tekanan dari gerakan angin. Beban angin sangat tergantung pada lokasi dan ketinggian dari struktur. Besarnya tekanan tiup harus diambil minimum sebesar  $25 \text{ kg/m}^2$  kecuali untuk bangunan-bangunan yang berada di lokasi tepi laut sejauh 5 km dari pantai harus diambil minimum  $40 \text{ kg/m}^2$ . Perencanaan beban angin mengikuti SNI 1727:2013 tentang Beban Minimum Untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur lain.

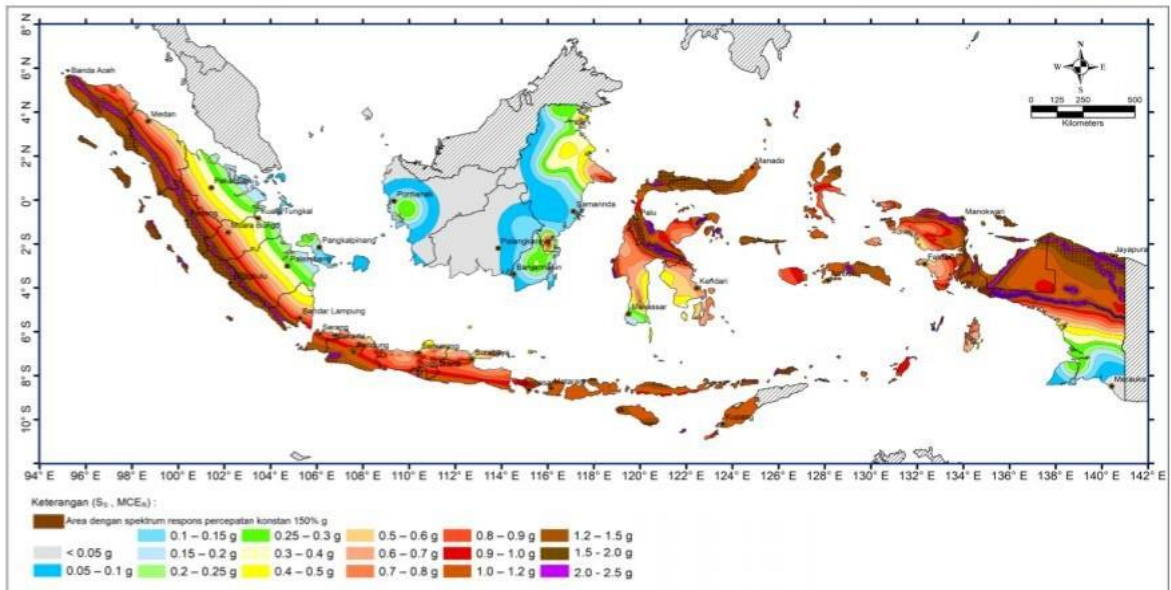
**d. Beban Gempa**

Beban gempa merupakan beban statik ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat

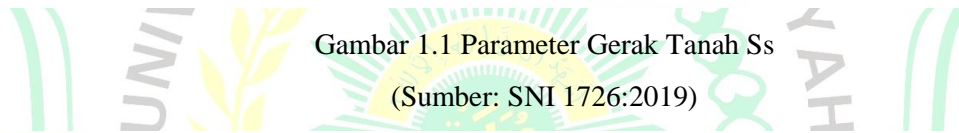
geseran atau patahan. Terdapat tiga metode yang dipakai, yaitu metode statistik ekifalen, metode sprektum respon, dan metode riwayat waktu, ketiga metode diatur dalam peraturan perencanaan tahan gempa untuk gedung 1983.

Beban gempa yang terjadi pada struktur direncanakan dengan mengacu berdasarkan SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur gedung dan non gedung. Tahapan-tahapan untuk menentukan beban gempa yang harus dilakukan, antara lain:

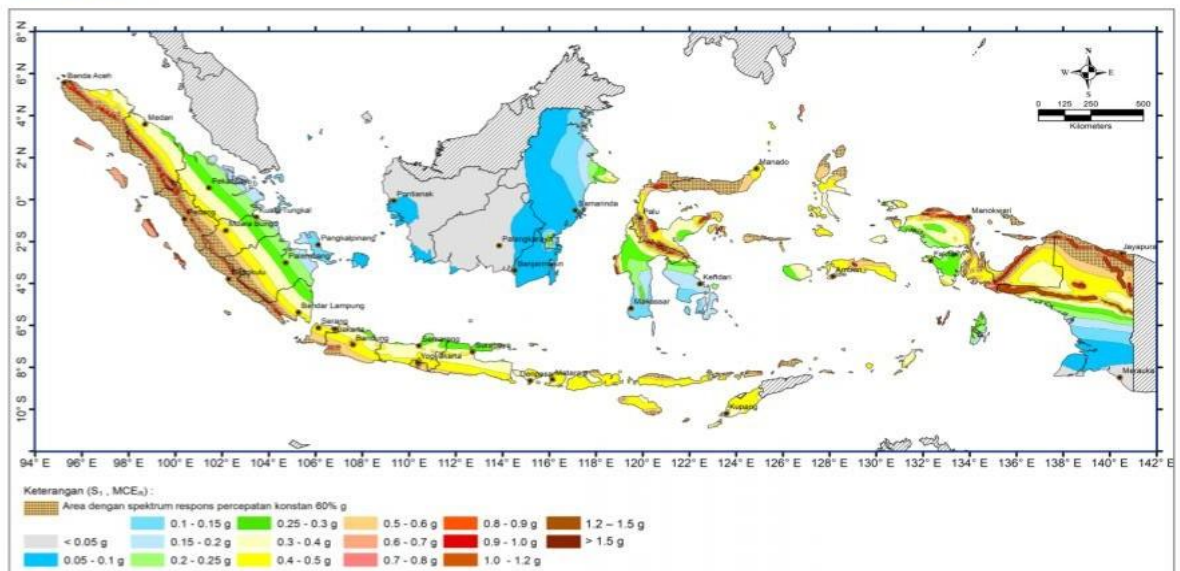
1. Kategori risiko struktur bangunan dan faktor keutamaan gempa ditentukan berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 4.1.2 yang tertera pada tabel 3 dan tabel 4.
2. Faktor-faktor penahan gempa direncanakan berdasarkan sistem struktur yang digunakan pada bangunan dengan mengacu pada SNI 1726:2019 pasal 7.2.2 tentang kombinasi sistem struktur dalam arah yang berbeda pada tabel 12.
3. Penentuan parameter percepatan *respons spectrum* direncanakan berdasarkan wilayah gempa untuk mendapatkan nilai periode pendek ( $S_s$ ) dan periode 1 detik ( $S_1$ ) sesuai peta gempa pada gambar 1.1 dan 1.2 di dalam SNI 1726:2019 yang tersaji pada gambar 1.1 dangambar 1.2.



Gambar 15 – Parameter gerak tanah  $S_s$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2-detik (redaman kritis 5%)



Gambar 1.1 Parameter Gerak Tanah  $S_s$   
(Sumber: SNI 1726:2019)



Gambar 16 – Parameter gerak tanah  $S_1$ , gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget ( $MCE_R$ ) wilayah Indonesia untuk spektrum respons 0,2- detik (redaman kritis 5%)

Gambar Gerak Tanah  $S_1$   
(Sumber: SNI 1726:2019)

4. Setelah mendapatkan nilai percepatan *respons spectrum*, koefisien situs dan parameter respons spektral, parameter percepatan spektral desain, serta spektrum respons desain ditentukan berdasarkan pada SNI 1726:2019 pasal 6.2, 6.3 dan 6.4.
5. Penentuan prosedur gaya lateral ekuivalen direncanakan berdasarkan SNI 1726:2019 pasal 7,8 seperti penentuan geser dasar seismik yang diatur dalam pasal 7.8.1, penentuan periode pada pasal 7.8.2, hingga distribusi gaya vertikal pasal 7.8.3.

Metode yang paling tepat antara lain pada bentuk denah bangunan, keseragaman kekakuan tingkat, dan tinggi bangunan, wilayah gempa berdasarkan SNI 1726-2002 dan respon spektrum gempa rencana berdasarkan SNI 1726-2019.

a. Faktor respon gempa (c) respon spektrum berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1726-2012 sebagai berikut :

- 1) Letak gempa berdasarkan zona gempa yang ada di SNI 03-1726-2002.
- 2) Respon spektrum yang disajikan dalam bentuk grafik/plot antar periode getar struktur T, respon-respon maksimum dapat berupa simpangan maksimum dapat berupa simpangan maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu SNI 03-1726-2012. Periode redaman dan gempa tertentu SNI 03-1726-2012. Periode natural (waktu getar alami (T)) dengan rumus sebagai berikut :

a) Menggunakan sistem rangka baja (SRPMK)

$$T = 0,0731 H_4^3$$

b) Menggunakan sistem rangka dengan dinding geser (ganda)

$$T = 0,0731 H_4^{\frac{3}{4}}$$

T = Periode Natural (detik)

H = Tinggi Bangunan (m)

Pembatasan waktu getar alami fundamental didapatkan dengan syarat dan

tabel :

$$T < \tau n$$

T = Priode Natural ( detik)

T = Koefisiensi faktor respon gempa vertikal

n = Jumlah tingkat bangunan

untuk koefisien menghitung faktor respon gempa vertikal berdasarkan SNI 03-1726-2002 dapat dilihat pada tabel 2.4

Tabel 2.4 koefisien untuk menghitung faktor respon gempa vertikal

Wilayah gempa	Z
1	0,20
2	0,19
3	0,18
4	0,17
5	0,16
6	0,15

Sumber SNI 1726-2002

Tabel Standar Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Gedung SNI 1726-2012

Tabel 2.5 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



### 2.1.2 Sistem Kerja Beban

Bekerjanya beban untuk bangunan bertingkat berlaku sistem gravitasi, yaitu elemen stuktur yang berada di atas akan membebani elemen stuktur di bawahnya, dengan kata lain elemen yang mempunyai yang mempunyai kekuatan lebih besar akan menahan atau memikul elemen stuktur yang mempunyai kekuatan yang lebih kecil.

Dengan demikian sistem kerjanya beban untuk elemen-elemen stuktur gedung bertingkat secara umum dapat dinyatakan sebagai berikut :

Beban plat lantai didistribusikan terhadap balok anak dan balok portal, beban balok portal didistribusikan ke kolom, dan beban kolom kemudian diteruskan ke tanah dasar melalui pondasi.

### 2.1.3 Provisi Keamanan

Dalam pedomsn beton 1983, stuktur harus direncanakan untuk memiliki cadangan kekuatan untuk memikul beban yang lebih tinggi(besar) dari beban normal.

Kapasitas cadangan ini mencakup faktor pembebanan (U), yaitu untuk memperhitungkan pelampuan beban dan faktor reduksi ( $\phi$ ), yaitu untuk memperhitungkan kekurangannya mutu bahan di lapangan. Pelampuan beban dapat terjadi akibat perubahan dari penggunaan untuk apa stuktur direncanakan dan penafsiran yang kurang tepat dalam memperhitungkan pembebanan. Sedangkan kekurangan kekuatan dapat diakibatkan oleh variasi yang merugikan dari kekuatan bahan, pengerjaan, dimensi, pengendalian dan tingkat pengawasan seperti di perlihatkan pada Tabel 2.7.

Kombinasi pada pembebanan direncanakan sesiau dengan SNI 2847:2019 pasal 5.3.1 yaitu :

$$U = 1,4 D$$

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

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

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

$$U = 1,2 D + 1,0 E + 1,0 L$$

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

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

Keterangan :

U = Beban ultimet

D = beban mati

W = beban angin

E = beban gempa

R = beban air hujan

L = beban hidup

LR = beban hidup atap

Tabel 2.6. Faktor Reduksi Kekutan  $\phi$

NO	GAYA	$\phi$
1.	Lentur tanpa beban aksial	0,80
2.	Aksial tarik dan aksial tarik dengan lentur	0,80
3.	Aksial tekan dan aksial tekan dengan lentur	0,65 – 0,80
4.	Geser dan torsi	0,60
5.	Tumpuan beton	0,70

### 2.1.4 Struktur Bangunan

Struktur Bangunan pada umumnya terdiri dari stuktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah ialah bagian struktur yang berada pada bawah permukaan tanah seperti pondasi dan basement, sedangkan yang dimaksud struktur atas adalah

struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, dan plat. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam struktur (Hariono).

#### 1. Struktur Bawah

Yang dimaksud struktur bawah adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada dibawah permukaan tanah. Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban yang dipikul oleh bangunan ke tanah atau batuan y Yang dimaksud struktur bawah adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada dibawah permukaan tanah. Pondasi adalah bagian terendah dari bangunan yang meneruskan beban yang dipikul oleh bangunan ke tanah atau batuan yang berada dibawahnya. Pondasi secara garis besar dibagi atas 2 bagian yaitu pondasi dangkal ( shallow foundation ) dan pondasi dalam ( deep foundation ), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi.

Pondasi dapat dikatakan pondasi dangkal apabila kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi (  $D \leq B$  ) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah kerasnya berada jauh dari permukaan tanah.ang berada dibawahnya. Pondasi secara garis besar dibagi atas 2 bagian yaitu pondasi dangkal ( shallow foundation ) dan pondasi dalam ( deep foundation ), tergantung dari letak tanah kerasnya dan perbandingan kedalaman dengan lebar pondasi.

Pondasi dapat dikatakan pondasi dangkal apabila kedalamannya kurang atau sama dengan lebar pondasi (  $D \leq B$  ) dan dapat digunakan jika lapisan tanah kerasnya terletak dekat dengan permukaan tanah sedangkan pondasi dalam digunakan jika lapisan tanah kerasnya berada jauh dari permukaan tanah.

## A. Jenis Dan Fungsi Pondasi

Untuk menentukan jenis pondasi, ukuran dan konstruksi pondasi harus memperhatikan dahulu jenis bangunan, beban bangunan, kondisi tanah, serta faktor-faktor lainnya yang akan mempengaruhi bangunan tersebut.

Dikarenakan fungsi pondasi adalah meneruskan beban yang ada pada bangunan ke tanah, maka pondasi perlu diperhitungkan.

### a. Pondasi dangkal

Pondasi dangkal ini digunakan apabila tanah pada dasar pondasi mampu mendukung beban relatif serta dekat dengan permukaan tanah.

Yang termasuk kedalam pondasi dangkal ialah :

- Pondasi telapak
- Pondasi memanjang
- Pondasi rakit

### b. Pondasi dalam

Pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan di permukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah.

Yang termasuk kedalam pondasi dalam ialah :

- Pondasi sumuran
- Pondasi bored pile
- Pondasi tiang pancang

Pemilihan jenis pondasi yang tepat juga perlu memperhatikan hal-hal sebagai berikut :

- 1) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 2-3 meter dibawah permukaan tanah , maka pondasi yang bisa digunakan ialah pondasi telapak.
- 2) Apabila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 10 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini bisa menggunakan pondasi apung ( pondasi dalam).

- 3) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 20 meter dibawah permukaan tanah, maka pada kondisi ini apabila penurunannya diizinkan dapat menggunakan tiang geser dan jika tidak terjadi penurunan biasanya menggunakan tiang pancang, akan tetapi jika terdapat batuan besar pada lapisan pemakaian caisson lebih menguntungkan.
- 4) Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 30 meter dibawah permukaan dapat menggunakan caisson terbuka, tiang baja atau tiang yang ditempat, akan tetapi bila tekanan atmosfer yang bekerja kurang dari  $3 \text{ kg/cm}^2$  maka digunakan caisson tekanan.
- 5) Apabila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman sekitar 40 meter dibawah permukaan tanah, maka dalam kondisi ini dapat menggunakan tiang baja dan tiang beton yang di cor ditempat (*Bowles J.E, 1993*)

Jadi penulis memilih pemakaian pondasi sumuran untuk bangunan yang akan direncanakan, dengan langkah perhitungan sebagai berikut.

Memperhitungkan, persamaan daya dukung pondasi sumuran :

$$P_u' = P_u + P_s \quad (1.1)$$

$$P_u' = q_u \times A_p + \pi \times D_f \times \gamma \times N_q \times 0,3 \times \gamma \times B \times N \quad (1.2)$$

Dimana :

$P_u'$  = beban ultimit untuk pondasi dalam

$P_u$  = beban ultimit untuk pondasi dangkal

$P_s$  = perlawanan untuk dinding pondasi

Daya dukung pondasi sumuran berdasarkan data sondir :

$$Q_b = A_h \times A_h \quad (1.3)$$

Keterangan :

$Q_b$  = daya dukung ujung ( kg)

$A_h$  = luas penampang ( $\text{cm}^2$ )

$A_h$  = tekanan rata-rata ( $\text{kg/cm}^2$ )

$F_s$  dapat dicari dengan persamaan =  $0,012 \times q_s$

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s \quad (1.4)$$

$$Q_{all} = Q_{ult} / SF \quad (1.5)$$

Keterangan :

$Q_{ult}$  = daya dukung batas (Kg)

$S_t$  = angka keamanan

Daya dukung geser sepanjang dinding tegak bagian luar sumuran

$$Q_s = A_s + F_s \quad (1.6)$$

Keterangan :

$Q_s$  = daya dukung kulit/geser (Kg)

$A_s$  = luas selimut (  $\text{cm}^2$  )

$F_s$  = tahanan dinding/JHF (Kg/ $\text{cm}^2$ )

## 2. Struktur Atas

Struktur atas suatu bangunan ialah seluruh struktur gedung yang berada pada atas permukaan tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri atas kolom, plat, balok, dinding geser, dan tangga, yang masing-masing mempunyai peran yang sangat penting.

### 1. Kolom

Kolom merupakan bagian vertikal dari suatu rangka yang menerima beban tekan dan lentur. Kolom meneruskan beban-beban dari struktur paling atas ke struktur lebih bawah hingga sampai ke tanah melalui pondasi (Nawy, 1998).

Keruntuhan pada kolom *Structural* merupakan suatu hal yang harus diperhatikan baik secara ekonomis maupun dari segi keselamatan jiwa manusia. Oleh karena itu, didalam merencanakan faktor keamanan yang lebih besar daripada elemen stuktur lainnya seperti plat, balok, serta keruntuhan tekan pada kolom yang terjadi tanpa peringatan awal yang 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. 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 tiga kali dimensi lateral terkecil.

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 tarikan dan tekanan. Besi adalah material yang tahan tarikan, sedangkan beton adalah material yang tahan tekanan. Gabungan kedua 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

Jenis kolom berdasarkan bentuk dan macam penulangannya dapat dibagi menjadi tiga katagori 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

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. Pembagian tulangan pada kolom berpenampang persegi dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu pertama tulangan dipasang simetris pada dua sisi penampang, tegak lurus terhadap arah lentur dan  $A_s = A'_s = 0,5 A_{st}$ , sedangkan cara keduanya 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 dengan menggunakan persamaan di bawah ini:

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

Keterangan:

- $P_U$  = Gaya Aksial terfaktor kolom
- $A_g$  = 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 dibawah ini:

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

Keterangan:

$e_t$  = Eksentrisitas gaya terhadap sumbu  
 $h$  = Tebal atau tinggi total komponen

Dalam  $e_t$  telah diperhitungkan eksentrisitas yang dapat ditentukan dengan persamaan dibawah ini:

$$e = \frac{M_U}{h} \quad (2.3)$$

Keterangan:

$e$  = Eksentrisitas  
 $M_U$  = Momen terfaktor  
 $h$  = Tebal atau tinggi total komponen

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

$$P_u < 0,10 A_{gr} f_c \quad (2.4)$$

Untuk kolom 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, jarak sengkang ditentukan nilai terkecil dari ketentuan-ketentuan berikut ini:

1. 16 kali diameter tulangan pokok memanjang
2. 48 kali diameter tulangan sengkang
3. Dimensi terkecil kolom

## 2. Balok

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

### 1) Fungsi balok

- Sebagai pengikat kolom

- Menahan beban/gaya tekan pada bangunan
- Menambah kekuatan horizontal pada struktur
- Meneruskan beban ke kolom

## 2) Jenis-jenis balok

- Balok sederhana bertumpu pada kolom diujung-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 adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.
- Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada satu ujung tetap.
- Balok teritisan adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.
- Balok dengan ujung-ujung tetap (dikaitkan kuat) menahan translasi dan rotasi.
- Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang ditopang oleh teritisan dari dua bentang dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol.
- Balok kontiyu memanjang secara menerus melewati lebih dari dua kolom tumpuan untuk menghasilkan kekakuan yang lebih besar dan momen yang lebih kecil dari serangkaian 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 ( $A_s$ )

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

b. Berdasarkan  $h$  yang diketahui, maka diperkirakan  $d$  dengan menggunakan hubungan  $d=h-80$  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)

c. Menentukan rasio penulangan berdasarkan tabel luas penampang tulangan baja.

d. 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 As
- a. Memilih rasio penulangan yang diperlukan berdasarkan tabel, 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

- b. 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 kekutan

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

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

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

- b. 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

- c. 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

### 3. Pelat Lantai

Pelat lantai adalah lantai yang tidak terletak di atas tanah langsung, merupakan lantai tingkat pembatas antara tingkat yang satu dengan tingkat yang lain. Pelat lantai didukung oleh balok-balok yang bertumpu pada kolom-kolom bangunan. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh :

- a. Besar lendutan yang diinginkan.
- b. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung.
- c. 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 diberi sedikit kemiringan untuk kepentingan aliran air. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh : beban yang harus didukung, besar lendutan yang diijinkan, lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari plat lantai.

Pelat lantai merupakan suatu struktur solid tiga dimensi dengan bidang permukaan yang lurus, datar dan tebalnya jauh lebih kecil dibandingkan dengan dimensinya yang lain. Struktur pelat bisa saja dimodelkan dengan elemen 3 dimensi yang mempunyai tebal ( $h$ ), panjang ( $b$ ), dan lebar ( $a$ ). Adapun fungsi dari pelat lantai adalah untuk menerima beban yang akan disalurkan ke struktur lainnya.

Pada pelat lantai merupakan beton bertulang yang diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang yang diikat menggunakan kawat bendrat, serta tidak menempel pada permukaan pelat baik bagian bawah maupun atas. Adapun ukuran diameter, jarak antar tulangan, posisi tulangan tambahan bergantung pada bentuk pelat, kemampuan yang diinginkan untuk pelat menerima lendutan yang diijinkan.

#### 1) Fungsi Pelat

- a. Sebagai pemisah ruang bawah dan ruang atas.
- b. Sebagai tempat berpijak penghuni di lantai atas.
- c. Untuk menempatkan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah.
- d. Meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah.
- e. Menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal.

#### 2) Jenis-jenis Pelat

Ada berbagai jenis pelat lantai berdasarkan tumpuannya, perletakkannya dan system penulangannya. Jenis – jenis pelat lantai berdasarkan tumpuannya adalah:

- a. Monolit, yaitu pelat dengan balok cor bersama-sama sehingga menjadi satu kesatuan.
- b. Ditumpu dinding-dinding/tembok bangunan.
- c. Didukung oleh balok-balok baja dengan system komposit.
- d. Didukung oleh kolom secara langsung tanpa balok, dikenal dengan plat cendawan.

Jenis-jenis plat lantai berdasarkan perletakkannya :

1. 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.

## 2. Terjepit elastis

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

## 3. Terjepit penuh

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

Jenis-jenis pelat lantai berdasarkan sistem penulangan :

### 1. 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 plat Kantilever (*Luifel*) dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan sejajar.

### 2. Penulangan pelat dua arah (*two way slab*)

Konstruksi pelat dua arah dengan tulangan pokok dua arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. ini. Contoh pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar.

## 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:

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

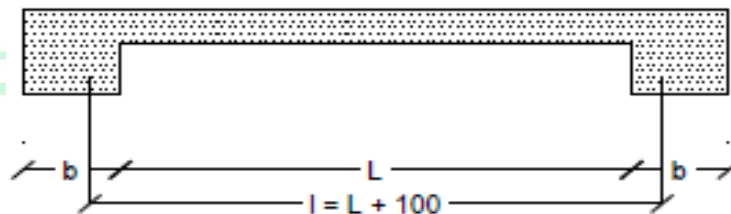
Dalam perhitungan perencanaan pelat beton bertulang digunakan pengertian bentang teoritis yang dinyatakan dengan  $l$ . Nilai ini dianggap sama dengan bentang bersih  $L$  antara kedua bidang permukaan tumpuan ditambah dengan setengah panjang perletakan  $a$  pada setiap ujung. Bila lebar balok lebih dari dua kali tebal keseluruhan pelat, dianggap  $l = L + 100$  (seperti Gambar 2.5). Jika perletakan pelat beton bertulang dibuat dari bahan yang lain dengan beton bertulang, sesuai ketentuan untuk bentang  $l = l + h$ , dengan  $L$  adalah bentang bersih dan  $h$  tebal total pelat. Apabila  $(L+h)$  lebih besar dari jarak pusat ke pusat tumpuan, maka  $l$  boleh diambil jarak ke pusat tersebut seperti tampak pada Gambar (2.6). Dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

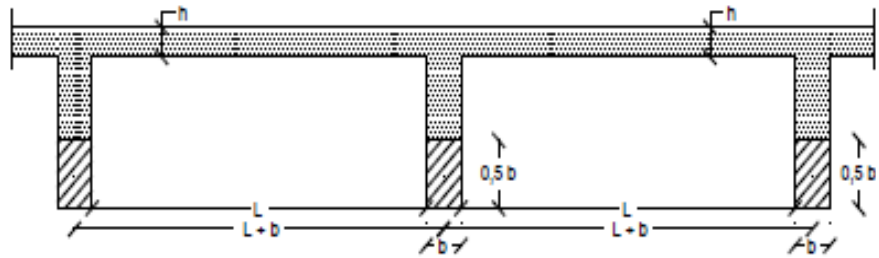
$L$  = Panjang bentang

$B$  = Lebar daerah komponen



Gambar 2.5 Bentang teoritis monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)



Gambar 2.6 Bentang teoritis tidak monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)

Dengan memperkirakan batang tulangan yang akan dipakai sebagai tulangan tarik pokok dan selimut beton berdasarkan tebal minimum penutup beton pada tulangan terluar dalam mm (Vis-Kusuma, 1993) maka nilai  $d$  dapat ditentukan dengan 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 menggunakan  $M_u = M_R$  sebagai limit (batas) dengan  $M_R = \phi b d^2 k$ , maka dapat ditentukan menggunakan persamaan sebagai berikut:

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

Keterangan:

- $K$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
- $M_u$  = Momen (kNm)

$$\emptyset = 0,8$$

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

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

Keterangan:

$A_s$  = Rasio tulangan

$P_{min}$  = Rasio tulangan minimum

$b$  = Lebar (mm)



## BAB III

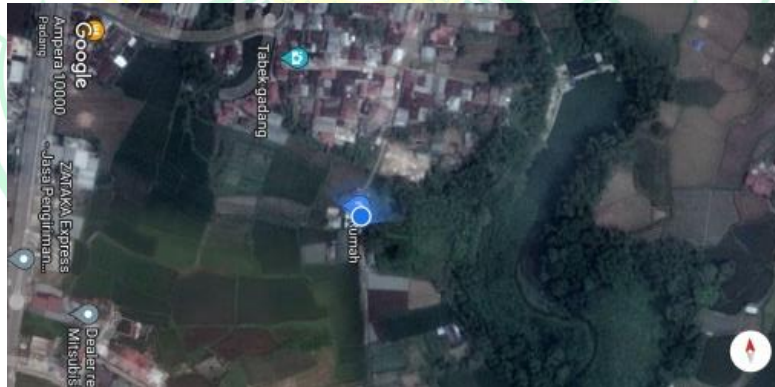
### METODOLOGI PENELITIAN

#### 3.1 Umum

Metodologi penelitian adalah suatu ilmu pengetahuan yang menjelaskan sistematika penulisan berdasarkan fakta dan gejala yang terjadi secara objektif. Dalam metodologi penelitian ini terdapat 2 metode yaitu metode kualitatif dan kuantitatif. Metode kualitatif adalah metode penelitian dengan mengumpulkan data dari lapangan untuk penelitian. Sedangkan metode kuantitatif adalah metode penelitian yang datanya berupa angka, gambar, grafik, dan tabel berdasarkan dari kata yang diperoleh oleh penelitian. Dalam metode kuantitatif ini mengembangkan penelitian secara sistematis. Berdasarkan penjelasan dari kedua metode tersebut maka dalam penelitian ini menggunakan metode kualitatif.

#### 3.2 Lokasi Penelitian

Dalam penelitian ini lokasi yang penulis pilih adalah di Tabek Gadang Aur Kuning berlokasi JL Taruko Tabek Gadang, Kelurahan Aur Kuning, Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh, Kota Bukittinggi, Sumatera Barat.



Gambar 3.2.1 Lokasi Perencanaan  
(Sumber: Google Map 12 Maret 2022)

### 3.3 Data Penelitian

#### 3.3.1 Jenis dan Sumber Data

Data penelitian yang digunakan pada Pembangunan Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning sebagai berikut :

- a. Nama pekerjaan : Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning
- b. Luas Bangunan :  $30,5 \text{ m} \times 12 \text{ m} = 366 \text{ m}^2$
- c. Jumlah lantai : 3 lantai
- d. Luas lantai : Lantai 1 =  $30,5 \text{ m} \times 9 \text{ m} = 274,5 \text{ m}^2$   
Lantai 2 =  $30,5 \text{ m} \times 9 \text{ m} = 274,5 \text{ m}^2$   
Lantai 3 =  $30,5 \text{ m} \times 9 \text{ m} = 274,5 \text{ m}^2$
- e. Luas Keseluruhan Lantai :  $594 \text{ m}^2$
- f. Mutu beton : 30 Mpa
- g. Penutup : Dak atap
- h. Kegunaan Gedung : Pendidikan, relegius
- i. Alamat : JL Taruko Tabek Gadang, Kelurahan Aur Kuning, Kecamatan Aur Birugo Tigo Baleh, kota Bukittinggi Sumatera Barat

#### 3.3.2 Jenis Dan Sumber Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah:

##### 1. Data Primer

Perencanaan suatu pembangunan dilakukan dengan cara menganalisis data yang diperoleh lewat pengamatan langsung pada objek yang berkaitan dengan penelitian

##### 2. Data Sekunder

Data ini berbentuk naskah tertulis yang dipeloh melalui penelusuran dokumen yang berkaitan dengan masalah yang dapat memudahkan dan mendukung penelitian yang dilakukan.

### 3.3.3 Teknik pengumpulan data

#### 1. Teknik Observasi

Pengumpulan data dengan cara mengamati secara langsung objek dan kondisi yang ada dilokasi penelitian sesuai dengan permasalahan-permasalahan penelitian.

#### 2. Studi Dokumen

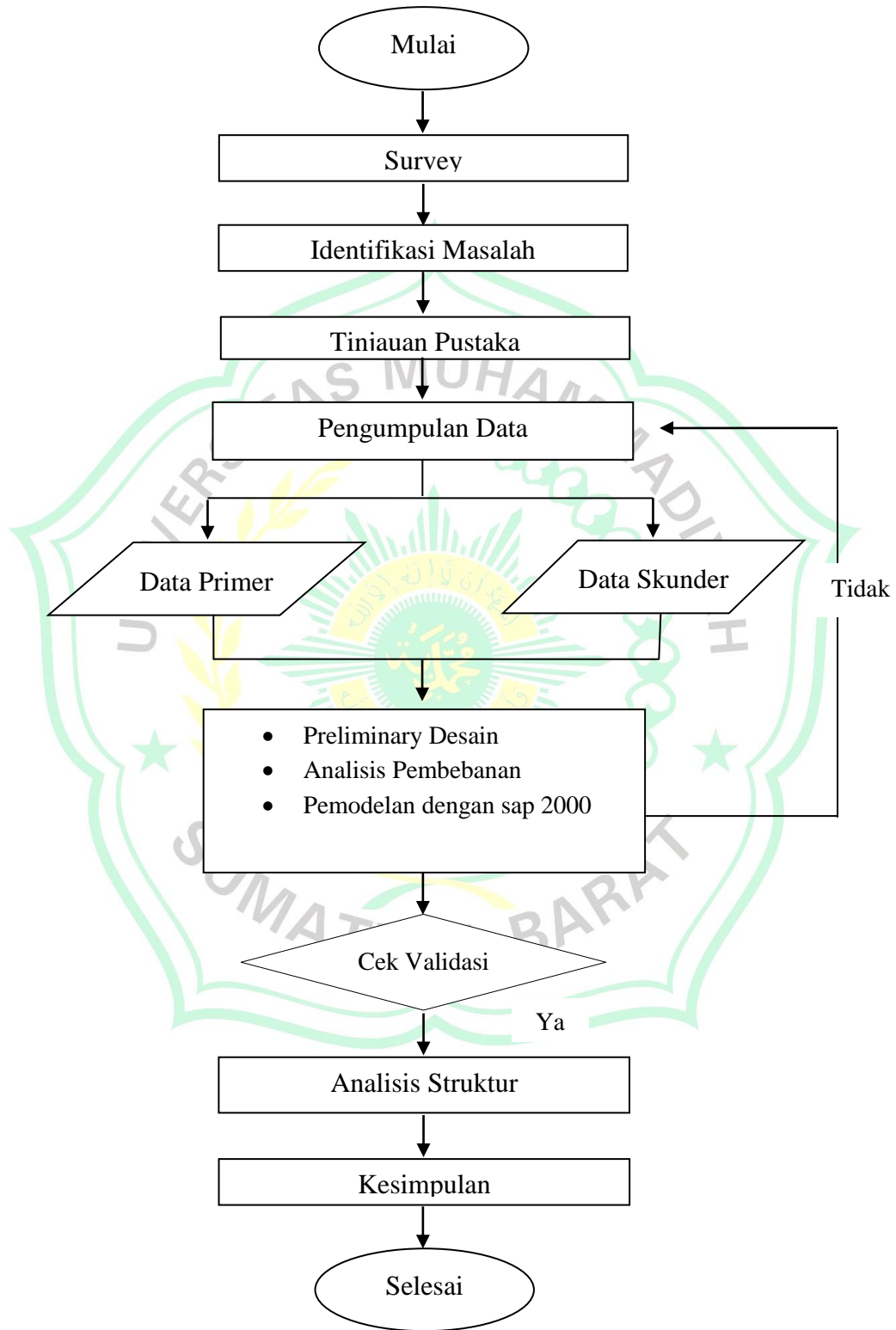
Teknik yang dilaksanakan untuk memperoleh data kuantitatif secara langsung dari sumbernya, sehingga informasi yang dibutuhkan sesuai dan akurat.

### 3.4 Metode Analisi Data

Metode yang penulis pakai dalam perencanaan struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning adalah data kuantitatif untuk data-data yang dibutuhkan serta data kualitatif untuk mendapatkan serta memperoleh informasi tentang perencanaan yang akan dilakukan. Setelah data yang di perlukan sudah lengkap, maka baru dilakukan perencanaan pada Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning. Langkah-langkah perencanaanya sebagai berikut :

1. Menentukan *preliminary desain*
2. Menganalisis beban
3. Menghitung momen dengan bantuan SAP 2000
4. Mendesain tulangan pada struktur
5. Menentukan jenis pondasi yang akan digunakan
6. Menghitung beban

### 3.5 Diagram Alir Penelitian





## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Perencanaan *Preliminary Design*

1. Menentukan dimensi panjang serta lebar balok, yaitu balok induk, balok anak menggunakan SNI 2847:2019.
2. Menentukan pelat satu arah atau dua arah, lalu menentukan tebal pelat sesuai SNI 2847:2019.
3. Menghitung pembebanan yang terjadi pada pelat, kolom, balok dan pondasi.
4. Merencanakan tangga.

#### 4.2 Data Umum Perencanaan

1. Data Umum Bangunan
  - Fungsi : Sekolah
  - Jumlah Lantai : 3 Lantai
  - Tinggi Bangunan : 12 Meter
  - Struktur Bangunan : Beton Bertulangan
2. Data Material ( Elemen Plat dan Balok)
  - Mutu Beton ( $f'c$ ) : 30 Mpa
  - $\frac{30 \times 10,2}{0,83} = 368,6$  K atau 400 K
  - Tulangan Ulir ( $f_y$ ) : 400 MPa
  - Tulangan Polos ( $f_y$ ) : 240 MPa
3. Data Material (Elemen Kolom)
  - Mutu Beton ( $f'c$ ) : 30 Mpa / 400 K
  - Tulangan Ulir (lentur) : 400 MPa
  - Tulangan polos : 240 MPa

### 4.3 Pembebanan

1. Beban mati yang digunakan akan disesuaikan dengan peraturan PPIUG 1983.

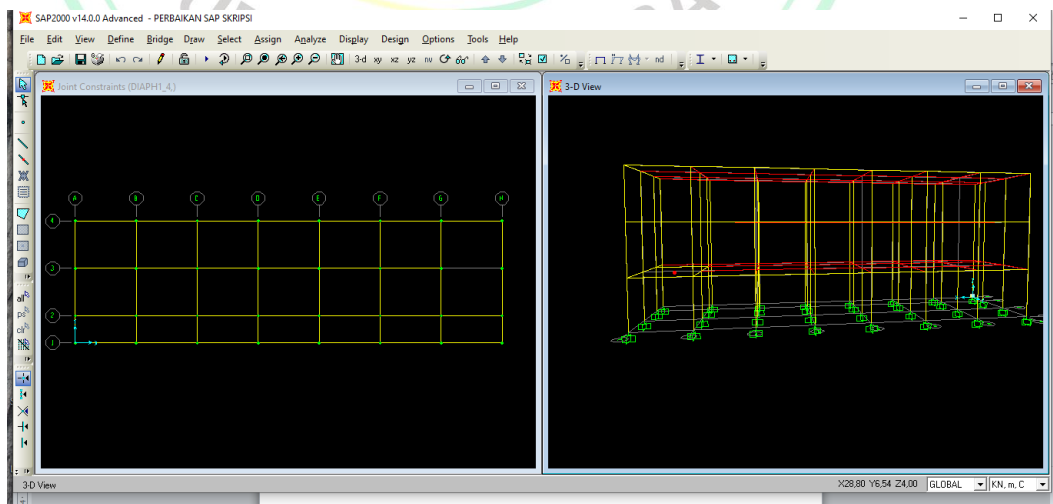
- Beton bertulangan :  $2400 \text{ kg/m}^3$
- Dinding pasangan  $\frac{1}{2}$  bata :  $2,5 \text{ KN/m}^2$
- Tegel/Ubin :  $24 \text{ kg/m}^2$
- Spesi :  $21 \text{ kg/m}^2$
- Plafond :  $7 \text{ kg/m}^2$
- Pengantung Plafond :  $7 \text{ kg/m}^2$
- *Ducting and Plumbing* :  $30 \text{ kg/m}^2$

2. Beban hidup yang digunakan sesuai dengan SNI 1727:201X (2018) tentang beban desain minimum dan kriteria untuk bangunan gedung dan struktur lain.

3. Beban gempa disesuaikan dengan SNI 1726:2019 tentang tatacara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung.

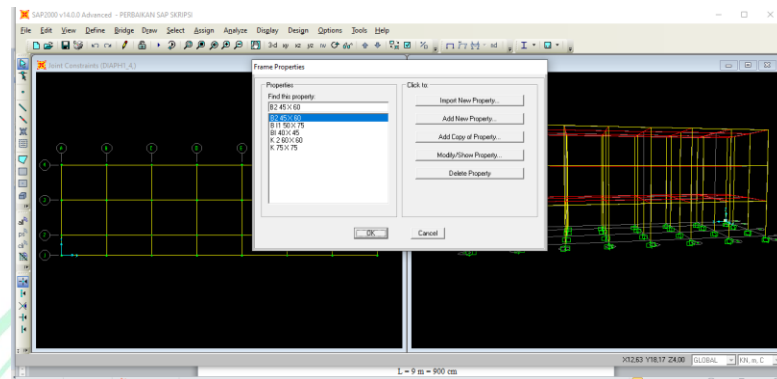
### 4.4 Preliminary Design

#### 4.4.1 Merencanakan *desain* bangunan



Gambar 4.4.1 Merencanakan *desain* bangunan

Pada tahap ini kita memasukan berapa panjang bangunan yang akan kita rencanakan, berapa panjang antar bentang, dan tinggi tiap bangunan yang telah direncanakan.



Gambar 4.4.2 Membuat ukuran kolom dan balok

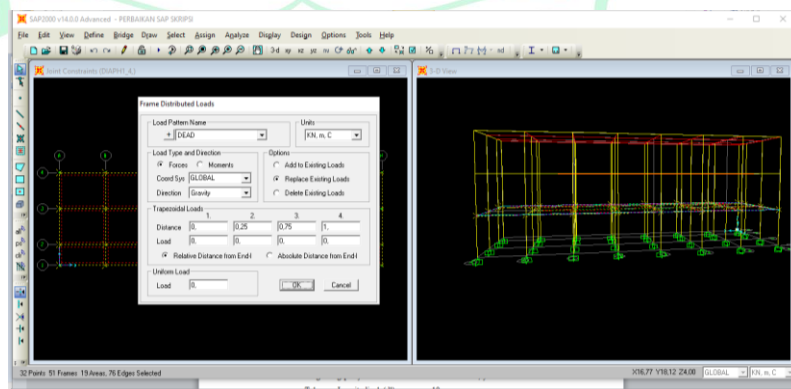
Untuk membuat ukuran kolom dan balok dapat dilakukan dengan cara *click Define-section properties-frame section*

Sedangkan untuk pelat dengan cara *click Define-section properties-Area sections*

Mendefinisikan Jenis Beban yang Bekerja

- Beban mati dan Beban hidup

Untuk menginput beban mati dapat dilakukan dengan cara *click Assing-frame loads-distributed*



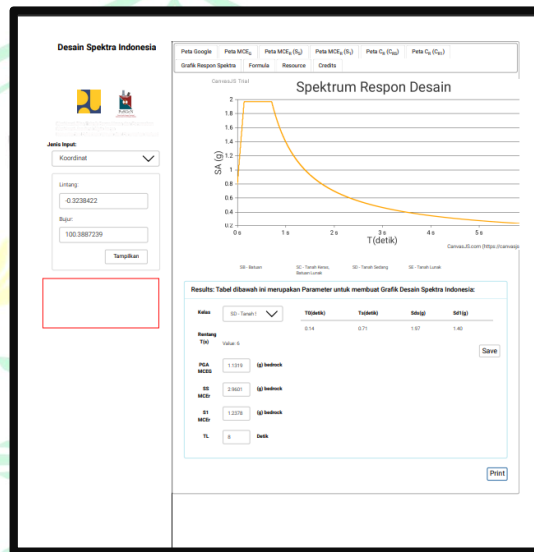
Gambar4.4.3 Menginput Beban Hidup dan Beban Mati

- Beban Gempa

Untuk Respon Spektrum Gempa diambil dari data :

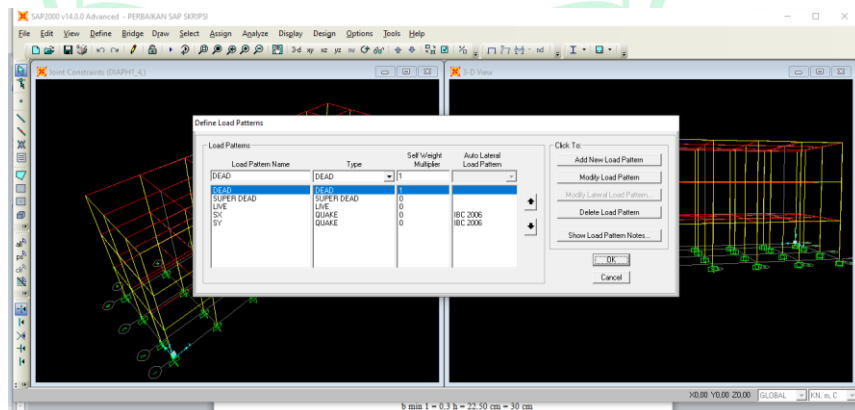
( <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> ) Wilayah gempa Bukittinggi, Sumatera Barat dengan kondisi tanah sedang.

Koordinat lokasi perencanaan : ( Lintang :  $-0.3238422$ , Bujur :  $100.3887239$  )



Gambar 4.4.4 Respon Spektrum Gempa

Cara menginput beban statik ekuivalen dengan cara *click define – load patterns*



Gambar 4.4.5 Beban Gempa Statik Ekuivalen

Selanjutnya menginput pembebanan kombinasi

$$\text{Komb.1} = 1,4\text{DL} + 1,4 \text{SDL}$$

$$\text{Komb.2} = 1,2 \text{DL} + 1,2 \text{SDL} + 1,6 \text{LL}$$

$$\text{Komb.3} = 1,594 \text{DL} + 1,594 \text{SDL} + 1 \text{LL} + 1,3 \text{Edx} + 0,39 \text{EDy}$$

$$\text{Komb.4} = 1,594 \text{DL} + 1,594 \text{SDL} + 1 \text{LL} + 1,3 \text{Edx} - 0,39 \text{EDy}$$

$$\text{Komb.5} = 1,594 \text{DL} + 1,594 \text{SDL} + 1 \text{LL} - 1,3 \text{Edx} + 0,39 \text{EDy}$$

$$\text{Komb.6} = 1,594 \text{DL} + 1,594 \text{SDL} + 1 \text{LL} - 1,3 \text{Edx} - 0,39 \text{EDy}$$

$$\text{Komb.7} = 1,594 \text{DL} + 1,594 \text{SDL} + 1 \text{LL} + 1,3 \text{Edy} + 0,39 \text{EDx}$$

$$\text{Komb.8} = 1,594 \text{DL} + 1,594 \text{SDL} + 1 \text{LL} + 1,3 \text{Edy} + 0,39 \text{EDx}$$

$$\text{Komb.9} = 1,594 \text{DL} + 1,594 \text{SDL} + 1 \text{LL} + 1,3 \text{Edy} + 0,39 \text{EDx}$$

$$\text{Komb.10} = 1,594 \text{DL} + 1,594 \text{SDL} + 1 \text{LL} + 1,3 \text{Edy} + 0,39 \text{EDx}$$

$$\text{Komb.11} = 0,506\text{DL} + 0,506 \text{SDL} + 1,3 \text{Edx} + 0,39 \text{Edy}$$

$$\text{Komb.12} = 0,506\text{DL} + 0,506 \text{SDL} + 1,3 \text{Edx} - 0,39 \text{EDy}$$

$$\text{Komb.13} = 0,506\text{DL} + 0,506 \text{SDL} - 1,3 \text{Edx} + 0,39 \text{EDy}$$

$$\text{Komb.14} = 0,506\text{DL} + 0,506 \text{SDL} - 1,3 \text{Edx} - 0,39 \text{EDy}$$

$$\text{Komb.15} = 0,506\text{DL} + 0,506 \text{SDL} + 1,3 \text{Edy} + 0,39 \text{EDx}$$

$$\text{Komb.16} = 0,506\text{DL} + 0,506 \text{SDL} + 1,3 \text{Edy} - 0,39 \text{EDx}$$

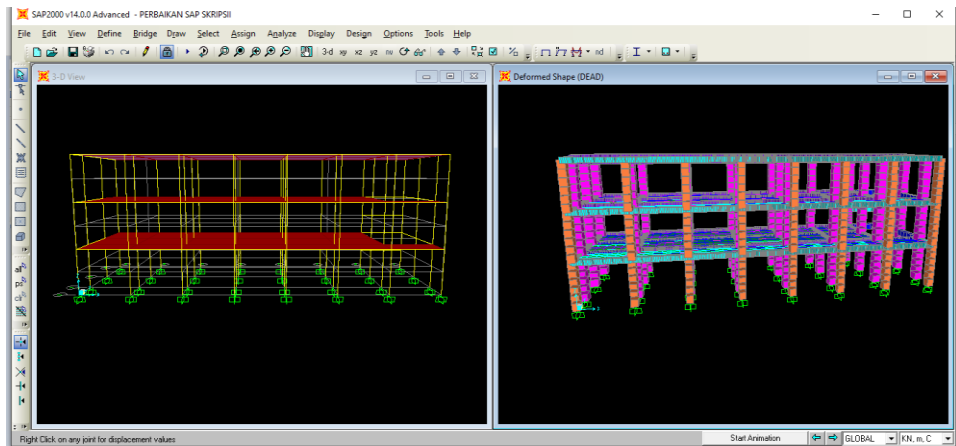
$$\text{Komb.17} = 0,506\text{DL} + 0,506 \text{SDL} - 1,3 \text{Edy} + 0,39 \text{EDx}$$

$$\text{Komb.18} = 0,506\text{DL} + 0,506 \text{SDL} - 1,3 \text{Edy} - 0,39 \text{EDx}$$

Dan menginput pembebanan lainnya yang dibutuhkan dalam perencanaan struktur gedung yang akan di rencanakan.

- Hasil *Running* SAP 2000

Setelah dilakukan penginputan beban-beban yang dibutuhkan maka selanjutnya dilakukan *running* pada perencanaan gedung yang telah *preliminary design*. Untuk melakukan *Running* SAP 2000 dengan cara *click analyze - run analysis - run now*



Gambar 4.4.6 Hasil *Running* SAP 2000

## 4.5 Perencanaan Balok

### 4.5.1 Perencanaan Balok Induk

Balok induk yang akan direncanakan BI dengan bentangan 9 m.

$$L = 9 \text{ m} = 900 \text{ cm}$$

$$h_{\min} = \frac{900}{16} = 56,25 \text{ cm} = 60 \text{ cm}$$

$$h_{\text{pakai}} = 75 \text{ cm dan}$$

$$b_{\min 1} = 0,3 h = 22,50 \text{ cm} = 30 \text{ cm}$$

$$b_{\min 2} = 30 \text{ cm}$$

$$b_{\text{pakai}} = \frac{2}{3} 75 = 50 \text{ cm}$$

ukuran diameter tulangan balok dan kolom akan diasumsikan untuk menghitung persyaratan balok sesuai SNI 2847:2019, yaitu :

Tulangan Longitudinal (dl) : 19 mm

Tulangan sengkak (ds) : 13 mm

Ukuran kolom (c1) : 750 mm

Ukuran kolom (c2) : 600 mm

$$L_n \geq 4d$$

$$9000 - 500 \geq 4 \times (750 - 40)$$

$$8500 \geq 2840$$

Lebar balok pakai sudah memenuhi syarat sehingga dimensi balok BI 1 yang akan digunakan (30 × 45) untuk ukuran pendimensian balok 45×60 dilakukan hal yang sama dari perhitungan diatas, sehingga diperoleh rekapitulasi dimensi sebagai berikut.

Rekapitulasi perhitungan dimensi balok induk dengan berbagai bentang dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1 Rekapitulasi Dimensi Balok Induk

Kode Balok	Bentang Balok (cm)	h min (cm)	h pakai (cm)	b min 1 (cm)	b min 2 (cm)	b (cm)	b pakai (cm)	Dimensi (cm)
BI 1	900	60	75	22,5	30	50	50	50/75
BI 2	700	45	60	18	22,5	43,3	45	45/60

#### 4.5.2 Perencanaan Balok Anak

Tinggi balok akan ditentukan berdasarkan SNI 2847:2019 Tabel 9.3.1.1. dengan kondisi menerus dua sisi, yaitu :

$$h \text{ min} = \frac{700}{21} = 33,3 \text{ cm} = 35 \text{ cm}, h \text{ pakai} = 55 \text{ cm}$$

$$b \text{ min} 1 = 0,3 \times 55 = 16,5 \text{ cm} = 20 \text{ cm}$$

$$b \text{ min} 2 = 11 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

$$b \text{ pakai} = \frac{2}{3} \times 55 = 36,66 = 40 \text{ cm}$$

ukuran diameter tulangan balok dan kolom akan di asumsikan untuk menghitung persyaratan balok sesuai SNI 2847:2019, yaitu :

Tulangan Longitudinal (dl) : 19 mm

Tulangan Sengkang : 13 mm

Ukuran kolom (c1) : 750 mm

Ukuran kolom (c2) : 600 mm

Lebar balok pakai sudah memenuhi syarat sehingga dimensi balok BA 1 yang akan digunakan adalah (35/40).

Rekapitulasi perhitungan dimensi balok anak dapat dilihat pada tabel 4.2.

Tabel 4.2 Rekapitulasi Dimensi Balok Anak

Kode Balok	Bentang Balok (cm)	h min (cm)	h pakai (cm)	b min 1 (cm)	b min 2 (cm)	b (cm)	b pakai (cm)	Dimensi (cm)
BA 1	700	35	55	20	15	36,66	40	40/55

#### 4.6 Perhitungan Balok dan Kolom

a) Pembebanan Balok 40 × 45

1) Daerah tumpuan

$$h = 450 \text{ mm} \quad \phi_t = 16 \text{ mm}$$

$$b = 400 \text{ mm} \quad \phi_s = 10 \text{ mm}$$

$$F_c = 30 \text{ Mpa} \quad F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$d = h - p - \frac{1}{2} \times \phi_t - \phi_s$$

$$= 450 - 40 - \frac{1}{2} \times (16 - 10) = 407 \text{ mm}$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \times 30}{400} \times 0,85 \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right)$$

$$= 0,033$$

$$\rho_{max} = 0,75 \times 0,033$$

$$= 0,025$$

$$\rho_{min} = \frac{1,40}{400} = 0,0035$$

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	524,198	4484,428	69,858	391,9291	54,2956	4094,88
MIN	-488,351	-4484,428	-69,858	-396,0694	-54,2956	4225,1

(Sumber: Hasil perhitungan dari SAP 2000)

$$M_u = -4225,1 \text{ kN} = 42,251 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{42,251 \times 10^6}{0,80} = 52,81 \times 10^6 \text{ Nmm}$$



$$R_n = \frac{52,81 \times 10^6}{400 \times 407^2} = 0,78$$

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

$$\rho = \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 0,797}{400}} \right)$$

$$= 0,0034$$

Luas penampang tulangan yang dibutuhkan :

$$A_s = \rho_{min} \times b \times d$$

$$= 0,0034 \times 400 \times 407$$

$$= 553,52 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan  $\emptyset 16 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 200,96 \text{ mm}$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{553,52}{200,96} = 2,7 \text{ atau } 3 \text{ buah}$$

Dipakai tulangan 3 D 16

## 2) Daerah lapangan

$$M_u = 4094,881 \text{ kN} = 40,95 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{40,95 \times 10^6}{0,80} = 51,2 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{51,2 \times 10^6}{400 \times 407^2} = 0,777$$

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

$$\rho = \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 0,777}{240}} \right)$$

$$= 0,001$$

Luas penampang tulangan yang dibutuhkan :

$$A_s = \rho_{min} \times b \times d$$

$$= 0,0035 \times 400 \times 407$$

$$= 569,8 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan  $\emptyset 16 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 200,96 \text{ mm}$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{569,8}{200,96} = 2,8 \text{ atau } 3 \text{ buah}$$

Jadi dipakai tulangan 3 D 16

#### Tulangan Geser

$$V_u = 4484,428$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 450 - 40 - \frac{1}{2}(16)$$

$$= 402$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 400 \times 402 = 14679$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 14679 = 11009,25 \text{ N}$$

$$3\phi V_c = 3 \times 11009,25 = 33027,75 = 33028 \text{ N}$$

$$\text{Syarat tulangan geser} = V_u < \phi V_c < 3\phi V_c$$

$$= 4484,428 < 11009,25 \text{ N} < 33028 \text{ N}$$

#### Penulangan Geser

$$V_u : 4484,428$$

$$\phi \text{ tulangan pokok} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 450 \text{ mm} \quad b = 400 \text{ mm}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa} \quad f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$\rho = 40 \text{ mm}$$

$$d = 450 - 40 - 10 - \frac{1}{2} - 16 = 382,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 400 \times 382,5 \times 10^{-3} = 139,669 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 139,669 = 104,752 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \times \varphi V_c = \frac{1}{2} \times 104,752 = 52,376 \text{ kN}$$

$$3 \times \varphi V_c = 3 \times 52,376 = 157,128 \text{ kN}$$

$$\text{Didapat } \frac{1}{2} \times \varphi V_c = 52,376 \text{ kN} < v_u = 44,84428 < \varphi V_c = 104,752 \text{ kN}$$

Berarti ukuran penampang balok 450/400 dapat digunakan, tetapi memerlukan tulangan geser minimum untuk mengikat tulangan lentur pada balok tersebut.

$$A_v = \frac{75\sqrt{30} \times 400 \times 382,5}{1200 \times 400} = 130,94 \text{ mm}^2$$

Kriteria menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan :

$$\frac{1}{3} \sqrt{30} \times b \times d = \frac{1}{3} \sqrt{30} \times 400 \times 382,5 \times 10^{-3} = 279,338 \text{ kN}$$

$$S_{max} = \frac{1}{2} \times 279,338 = 139,669 \text{ mm}$$

digunakan jarak  $s = 200$        $s = 200 \text{ mm} < 139,669 \text{ mm}$  O.K

Maka jarak sengkang tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 200$

Balok ( 40 X 45 )			
Tumpuan		Lapangan	
Tumpuan	3 D 16	Lapangan	3 D 16
Sengkang	Ø10-200	Sengkang	Ø10-200

Gambar 4.6.1 Detail Penulangan Balok 40 × 50

b) Pembebanan Balok 45 × 60

a) Daerah tumpuan

$$h = 600 \text{ mm} \quad \emptyset t = 16 \text{ mm}$$

$$b = 450 \text{ mm} \quad \emptyset s = 10 \text{ mm}$$

$$F_c = 30 \text{ Mpa} \quad F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \times \emptyset t - \emptyset s \\ &= 600 - 40 - \frac{1}{2} \times (16 - 10) \\ &= 557 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times 30}{400} \times 0,85 \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \times 0,033 \\ &= 0,025 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,40}{400} = 0,0035$$

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	440,45	4484,428	85,441	725,6228	54,2956	7371,18
MIN	-440,45	-4484,428	-85,441	-738,1383	-54,2956	7759,38

(Sumber : Hasil dari sap 2000)

$$M_u = - 7759,38 \text{ kN} = 77,594 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{77,594 \times 10^6}{0,80} = 97 \times 10^7 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{9,74 \times 10^6}{450 \times 557^2} = 0,697$$

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

$$\rho = \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 0,697}{240}} \right)$$

$$= 0,00087$$

Luas penampang tulangan yang dibutuhkan :

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

$$= 0,0035 \times 450 \times 557$$

$$= 877,275 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan  $\emptyset 16 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 200,96 \text{ mm}$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{646,12}{200,96} = 4,4 \text{ atau } 4 \text{ buah}$$

Dipakai tulangan 4 D 16

b) Daerah lapangan

$$M_u = 7371,189 \text{ kNm} = 73,71 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{73,71 \times 10^6}{0,80} = 92,1 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{92,1 \times 10^6}{450 \times 557^2} = 0,66$$

$$m = \frac{240}{0,85 \times 30} = 9,412$$

$$\rho = \frac{1}{9,412} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,412 \times 0,66}{240}} \right)$$

$$= 0,0028$$

Luas penampang tulangan yang dibutuhkan :

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

$$= 0,0028 \times 450 \times 557$$

$$= 701,82 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan  $\emptyset 16 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 200,96 \text{ mm}$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1453,77}{200,96} = 3,5 \text{ atau } 4 \text{ buah}$$

Jadi dipakai tulangan 4 D 16

### Tulangan Geser

$$V_u = 4484,428$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 600 - 40 - \frac{1}{2}(16) \\ = 552$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 450 \times 552 = 228811,098$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 228811,098 = 171608,32 \text{ N}$$

$$3\phi V_c = 3 \times 171608,32 = 514824,96 \text{ N}$$

$$\text{Syarat tulangan geser} = V_u < \phi V_c < 3\phi V_c \\ = 4484,428 < 171608,32 \text{ N} < 514824,96 \text{ N}$$

### Penulangan Geser Tumpuan

$$V_u : 4484,428$$

$$\phi \text{tulangan pokok} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm} \quad b = 450 \text{ mm}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa} \quad f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$\rho = 40 \text{ mm}$$

$$d = 600 - 40 - 10 - \frac{1}{2} - 16 = 533,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 450 \times 533,5 \times 10^{-3} = 219,157 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 219,157 = 164,368 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \times \phi V_c = \frac{1}{2} \times 164,368 = 82,184 \text{ kN}$$

$$3 \times \phi V_c = 3 \times 82,184 = 246,552 \text{ kN}$$

Didapat  $\frac{1}{2} \times \phi V_c = 82,184 \text{ kN} < v_u = 44,84428 < \phi V_c = 246,552 \text{ kN}$

Berarti ukuran penampang balok 450/400 dapat digunakan, tetapi memerlukan tulangan geser minimum untuk mengikat tulangan lentur pada balok tersebut.

$$A_v = \frac{75\sqrt{30} \times 450 \times 533,5}{1200 \times 400} = 205,460 \text{ mm}^2$$

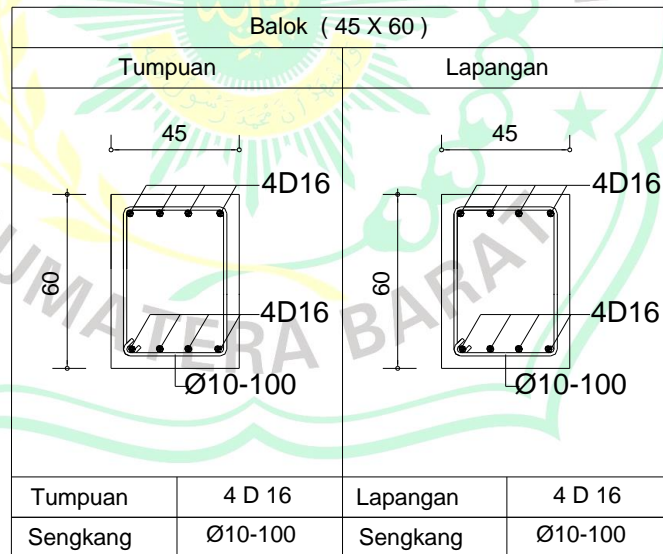
Kriteria menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan :

$$\frac{1}{3} \sqrt{30} \times b \times d = \frac{1}{3} \sqrt{30} \times 450 \times 533,5 \times 10^{-3} = 205,460 \text{ kN}$$

$$S_{max} = \frac{1}{2} \times 205,460 = 102,73 \text{ mm}$$

digunakan jarak  $s = 100$       $s = 100 \text{ mm} < 102,73 \text{ mm}$  O.K

Maka jarak sengkang tulangan geser yang dipakai  $\phi 10 - 100$



Gambar 4.6.2 Detail penulangan Balok 45 × 60

c) Pembebanan Balok 50 × 75

1) Daerah tumpuan

$$h = 750 \text{ mm} \quad \emptyset t = 19 \text{ mm}$$

$$b = 500 \text{ mm} \quad \emptyset s = 10 \text{ mm}$$

$$F_c = 30 \text{ Mpa} \quad F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$\begin{aligned} d &= h - p - \frac{1}{2} \times \emptyset t - \emptyset s \\ &= 750 - 40 - \frac{1}{2} \times (19 - 10) \\ &= 705,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_b &= \frac{0,85 \times 30}{400} \times 0,85 \times \left( \frac{600}{600 + 400} \right) \\ &= 0,033 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \times 0,033 \\ &= 0,025 \end{aligned}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,40}{400} = 0,0035$$

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	333,682	2002,505	166,135	1394,8187	103,3522	6060,623
MIN	-333,682	-2671,894	-166,135	1390,5737	-103,3522	5096,856

(Sumber: Hasil dari SAP 2000)

$$M_u = -6060,62 \text{ kN} = 60,61 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_n = \frac{60,61 \times 10^6}{0,80} = 75,763 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$R_n = \frac{75,76 \times 10^6}{500 \times 705,5^2} = 0,304$$

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



$$\rho = \frac{1}{15,686} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 15,686 \times 0,304}{400}} \right)$$

$$= 0,00076$$

Luas penampang tulangan yang dibutuhkan :

$$As = \rho_{min} \times b \times d$$

$$= 0,0035 \times 500 \times 707$$

$$= 268,66 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan  $\emptyset 16 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 = 283,385 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{1237,25}{283,385} = 4,4 \text{ atau } 4 \text{ buah}$$

Dipakai tulangan 4 D 19

2) Daerah lapangan

$$Mu = 5096,856 \text{ kNm} = 50,97 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Mn = \frac{50,97 \times 10^6}{0,80} = 63,7 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

$$Rn = \frac{63,7 \times 10^6}{500 \times 707^2} = 2,55$$

$$m = \frac{240}{0,85 \times 30} = 15,686$$

$$\rho = \frac{1}{9,412} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 9,412 \times 0,255}{240}} \right)$$

$$= 0,0067$$

Luas penampang tulangan yang dibutuhkan :

$$As = \rho_{min} \times b \times d$$

$$= 0,0067 \times 500 \times 707$$

$$= 2368,45 \text{ mm}^2$$

Maka digunakan tulangan  $\emptyset 16 = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 19^2 = 283,385 \text{ mm}^2$

$$\text{Jumlah tulangan} = \frac{2368,45}{283,385} = 8,3 \text{ atau } 8 \text{ buah}$$

Jadi dipakai tulangan 8 D 19

### Tulangan Geser

$$V_u = 2002,505$$

$$f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$d = 750 - 40 - \frac{1}{2}(19) \\ = 700,5$$

$$V_c = \frac{1}{6} \times \sqrt{30} \times 500 \times 700,5 = 319733,042$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 319733,042 = 239799,78 \text{ N}$$

$$3\phi V_c = 3 \times 239799,78 = 719399,34 \text{ N}$$

$$\text{Syarat tulangan geser} = V_u < \phi V_c < 3\phi V_c \\ = 2002,505 < 239799,78 \text{ N} < 719399,34 \text{ N}$$

### Penulangan Geser

$$V_u : 2002,505$$

$$\phi \text{tulangan pokok} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 750 \text{ mm} \quad b = 500 \text{ mm}$$

$$f_y = 400 \text{ MPa} \quad f'_c = 30 \text{ Mpa}$$

$$\rho = 40 \text{ mm}$$

$$d = 750 - 40 - 10 - \frac{1}{2} - 16 = 683,5 \text{ mm}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 500 \times 683,5 \times 10^{-3} = 311,974 \text{ kN}$$

$$\phi V_c = 0,75 \times 311,974 = 233,981 \text{ kN}$$

$$\frac{1}{2} \times \phi V_c = \frac{1}{2} \times 233,981 = 116,991 \text{ kN}$$

$$3 \times \phi V_c = 3 \times 116,991 = 350,973 \text{ kN}$$

Didapat  $\frac{1}{2} \times \phi V_c = 116,991 \text{ kN} < v_u = 2002,505 < \phi V_c = 350,97 \text{ kN}$

Berarti ukuran penampang balok 750/500 dapat digunakan, tetapi memerlukan tulangan geser minimum untuk mengikat tulangan lentur pada balok tersebut.

$$A_v = \frac{75\sqrt{30} \times 500 \times 683,5}{1200 \times 400} = 292,475 \text{ mm}^2$$

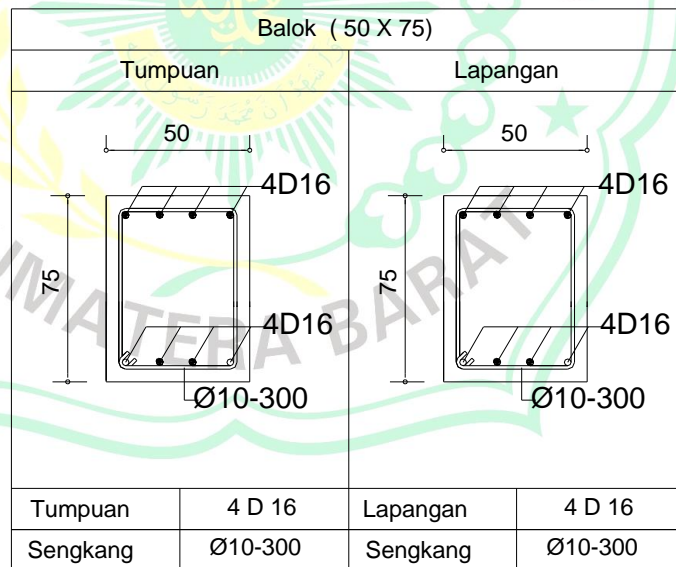
Kriteria menentukan spasi maksimum yang dibutuhkan :

$$\frac{1}{3} \sqrt{30} \times b \times d = \frac{1}{3} \sqrt{30} \times 500 \times 683,5 \times 10^{-3} = 623,947 \text{ kN}$$

$$S_{max} = \frac{1}{2} \times 623,947 = 311,974 \text{ mm}$$

digunakan jarak  $s = 300$       $s = 300 \text{ mm} < 311,974 \text{ mm}$  O.K

Maka jarak sengkang tulangan geser yang dipakai  $\phi 10 - 300$



Gambar 4.6.3 Detail Penulangan Balok 50 × 75

d) Kolom  $75 \times 75$

$$b = 750 \text{ mm} \quad \emptyset \text{ tulangan pokok (D)} = 16 \text{ mm}$$

$$h = 750 \text{ mm} \quad \emptyset \text{ tulangan sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$\text{mutu baja} = 400 \text{ Mpa} \quad \text{selimut beton} = 50 \text{ mm}$$

$$\text{Mutu beton} = 30 \text{ Mpa}$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$d = h - p - \emptyset s - \frac{1}{2} \emptyset D$$

$$= 750 - 50 - 10 - 11 = 679 \text{ mm}$$

$$d' = p + \emptyset s + \frac{1}{2} \emptyset D$$

$$= 50 + 10 + 11 = 71 \text{ mm}$$

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	9895,424	2904,709	69,858	324,,609	12705,8349	7301,147
MIN	-13471,555	-3133,652	-69,858	-396,0694	-12674,816	7300,189

(Sumber: Hasil dari SAP 2000)

$$\text{Mu tumpuang} = 7300,19 \text{ KN/m} = 73 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

Syarat batas rasio penulangan yaitu 1% – 8%

Asumsi rasio luas tulangan  $\rho = 1,2\%$

$$A_g = 750 \text{ mm} \times 750 \text{ mm} = 562500 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = \rho \times A_g = 4\% \times 562500 = 2250 \text{ mm}^2$$

$A_{st} = A_s + A_{s'}$ , dianggap  $A_s = A_{s'}$ , maka :

$$A_{s\text{perlu}} = \frac{1}{2} \times 2250 = 1125 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2} = \frac{1125}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2} = 5,59 = 6 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 \times 6 = 1205,76 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan pada masing-masing sisi kolom :

$$6\emptyset 16, A_{s\text{ada}} = 1205,76 \text{ mm}^2 > A_{s\text{perlu}} = 1125 \text{ mm}^2$$

Jadi tulangan aksial total penampang kolom yang dipakai 12 D 16

Tulangan Geser

$$V_u = 2904,709 \text{ kN}$$

$$P_u = 324,6092 \text{ kN} = 324609 \text{ N}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$V_c = \left[ 1 + \frac{P_u}{14 \times A_g} \right] \times \sqrt{\frac{f'_c}{6}} \times b \times d$$
$$= \left[ 1 + \frac{324609}{14 \times 562500} \right] \times \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 750 \times 750 = 534,656 \text{ kN}$$

$$\phi \times V_c = 0,75 \times 534,656 = 400,992 \text{ kN} > 324,6092 \text{ kN}$$

Jarak tulangan geser :

$$A_v = 2 \times \left( \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right) = 2 \times \left( \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \right) = 154 \text{ mm}^2$$

$$s = \left( \frac{A_v \times F_y \times d}{V_u} \right) = \left( \frac{154 \times 400 \times 679}{\frac{290,41 \times 10^3}{0,75}} \right) = 108,019 \text{ mm}$$

Syarat jarak maksimum tulangan geser kolom tidak boleh melebihi :

$$\text{a. } \frac{b}{4} = \frac{750}{4} = 187,5 \text{ mm}$$

$$\text{b. } 8D = 8 \times 22 = 176 \text{ mm}$$

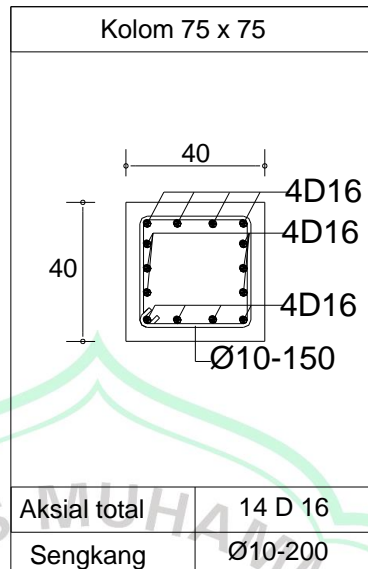
$$V_s = \frac{A_v \times F_y \times d}{s} = \frac{154 \times 400 \times 679}{187,5 \times 10^3} = 223,074 \text{ kN}$$

Kontrol :

$$V_c + V_s = 534,656 + 223,074 = 757,73 \text{ kN}$$

$$V_c + V_s = 757,73 > V_u \phi = \frac{290,47}{0,75} = 387,293 \text{ kN} \quad (\text{OK})$$

Jadi dipakai tulangan sengkang  $\phi$  10 - 200 mm



Gambar 4.6.4 Detai Penulangan Kolom 75 × 75

e) Kolom 60 × 60

b = 600 mm      Ø tulangan pokok (D) = 16 mm

h = 600 mm      Ø tulangan sengkang = 10 mm

mutu baja = 400 Mpa      selimut beton = 50 mm

Mutu beton = 30 Mpa

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{400} = 0,0035$$

$$d = h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi D$$

$$= 600 - 50 - 10 - 11 = 529 \text{ mm}$$

$$d' = p + \phi_s + \frac{1}{2} \phi D$$

$$= 50 + 10 + 11 = 71 \text{ mm}$$

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
MAX	8159,551	1061,554	1672,559	132,959	4988,9698	3000,524
MIN	-11555,672	-1061,554	-1694,924	-191,7285	-4953,0057	-2999,79

(Sumber: Hasil dari SAP 2000)

$$\text{Mu tumpuang} = 3000,5241 \text{ KN/m} \qquad = 30 \times 10^6 \text{ Nmm}$$

Syarat batas rasio penulangan yaitu 1% – 8%

Asumsikan rasio luas tulangan  $\rho = 1,2\%$

$$A_g = 600 \text{ mm} \times 600 \text{ mm} = 360000 \text{ mm}^2$$

$$A_{st} = \rho \times A_g = 4\% \times 360000 = 1440 \text{ mm}^2$$

$A_{st} = A_s + A_{s'}$ , dianggap  $A_s = A_{s'}$ , maka :

$$A_{s\text{perlu}} = \frac{1}{2} \times 1440 = 720 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times D^2} = \frac{720}{\frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2} = 3,58 = 4 \text{ mm}^2$$

$$A_{s\text{pakai}} = \frac{1}{4} \times 3,14 \times 16^2 \times 4 = 803,84 \text{ mm}^2$$

Dipakai tulangan pada masing-masing sisi kolom :

$$6\text{Ø}16, A_{s\text{ada}} = 803,84 \text{ mm}^2 > A_{s\text{perlu}} = 720 \text{ mm}^2$$

Jadi tulangan aksial total penampang kolom yang dipakai 8 D 16

Tulangan Geser

$$V_u = 1061,554 \text{ kN}$$

$$P_u = 132,9599 \text{ kN} \qquad = 1329599 \text{ N}$$

$$F_y = 400 \text{ Mpa}$$

$$V_c = \left[ 1 + \frac{P_u}{14 \times A_g} \right] \times \sqrt{\frac{f'_c}{6}} \times b \times d$$

$$= \left[ 1 + \frac{1329599}{14 \times 360000} \right] \times \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 600 \times 600 = 415,330 \text{ kN}$$

$$\phi \times V_c = 0,75 \times 415,330 = 311,498 \text{ kN} > 132,9599 \text{ kN}$$

Jarak tulangan geser :

$$A_v = 2 \times \left( \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \right) = 2 \times \left( \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2 \right) = 154 \text{ mm}^2$$

$$s = \left( \frac{A_v \times F_y \times d}{V_u} \right) = \left( \frac{154 \times 400 \times 529}{\frac{106,1554 \times 10^3}{0,75}} \right) = 230,227 \text{ mm}$$

Syarat jarak maksimum tulangan geser kolom tidak boleh melebihi :

$$\text{a. } \frac{b}{4} = \frac{600}{4} = 150 \text{ mm}$$

$$\text{b. } 8D = 8 \times 22 = 176 \text{ mm}$$

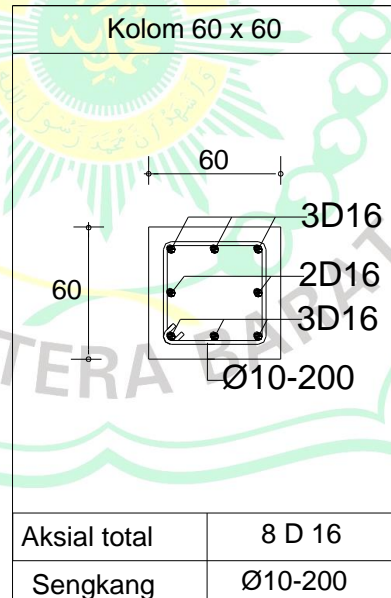
$$V_s = \frac{A_v \times F_y \times d}{s} = \frac{154 \times 400 \times 529}{230,227 \times 10^3} = 141,540 \text{ kN}$$

Kontrol :

$$V_c + V_s = 415,330 + 141,540 = 556,87 \text{ kN}$$

$$V_c + V_s = 556,87 > V_u \phi = \frac{10,61554}{0,75} = 141,540 \text{ kN (OK)}$$

Jadi dipakai tulangan sengkang  $\phi 10 - 200 \text{ mm}$



Gambar 4.6.5 Detail Penulangan Kolom 60 × 60



#### 4.7 Perencanaan Pelat Lantai dan Pelat Atap

Pelat yang akan direncanakan yaitu plat S1 dengan ukuran 4,5 m × 3,5 m merupakan pelat dua arah. Tebal plat dua arah ditentukan berdasarkan SNI 2847:2019.

$$L_n = 450 - \frac{1}{2} (75+75) = 375 \text{ cm}$$

$$S_n = 350 - \frac{1}{2} (75) = 312,5 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{375}{312,5} = 1,2 < 2 \rightarrow \text{Plat Dua Arah}$$

Tebal minimum untuk pelat dua arah ditentukan berdasarkan pada SNI 2847:2019 pasal 8.3.1.1. menggunakan  $f_y = 400 \text{ Mpa}$ ,  $f_u = 570 \text{ Mpa}$  sehingga digunakan tebal minimum pelat :

$$\text{Tebal minimum } (t_{pm}) = \frac{L_n}{33} = \frac{450}{33} = 13,63 = 14 \text{ cm}$$

Pelat yang akan direncanakan berikutnya S2 dengan ukuran 4,5 m × 2 m yaitu pelat satu arah ditentukan berdasarkan SNI 2847:2019 Tabel 7.3.1.1.

$$L_n = 450 - \frac{1}{2} (75+75) = 375 \text{ cm}$$

$$S_n = 200 - \frac{1}{2} (60) = 170 \text{ cm}$$

$$\beta = \frac{375}{170} = 2,2 > 2 \rightarrow \text{Plat Satu Arah.}$$

#### 4.8 Perhitungan Pelat Lantai dan Pelat Atap

##### a) Perhitungan Pelat Lantai

##### 1. Data Primer Pelat Lantai

$$\text{Mutu Beton}(f_c') = 30 \text{ MPa} \quad l_x = 3,5 \text{ m}$$

$$\text{Mutu Baja}(f_y) = 240 \text{ Mpa} \quad l_y = 4,5 \text{ m}$$

$$\text{Tebal Pelat Lantai} = 0,14 \text{ m}$$

$$\text{koefisien momen pelat } \frac{4,50}{3,50} = 1,29 = 1,3 \rightarrow \text{pelat 2 arah}$$

# TABEL UNTUK PENENTUAN MOMEN PELAT (PBI-1971)

**Tabel L.3.1 Momen di dalam Pelat yang Menumpu pada Keempat  
Tepinya akibat Beba 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		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	44	45	45	44	43	43	41	40	39	38	38	37	36	35	34	33	32	25
II		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	21	25	28	31	34	36	37	40	40	40	41	41	41	42	42	42	42	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	11	10	10	8
		$M_{lx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
		$M_{ly} = -0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
III		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13	
		$M_{lx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	121	122	122	125
		$M_{ly} = -0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79	79
IVA		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	22	28	34	40	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	32	35	37	39	40	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	35	25	
		$M_{lx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	123	125
IVB		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	32	36	38	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	10	9	9	9	9	8	
		$M_{lx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83
VA		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25	
		$M_{lx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	122	123	123	124	124	125
VB		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	31	30	28	27	25	24	23	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13	
		$M_{lx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	121	122	122	123	123	124	125
VIA		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	26	27	28	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	18	13	
		$M_{lx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	55	64	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125	
		$M_{ly} = -0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79
VIB		$M_{lx} = +0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42	
		$M_{ly} = +0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8	
		$M_{lx} = -0,001 \cdot q \cdot l_x^2 \cdot X$	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83	83
		$M_{ly} = -0,001 \cdot q \cdot l_y^2 \cdot X$	55	57	57	57	58	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57

Keterangan : = Tertetap bebas  
 = Terjepit penuh

Gambar 4.8.1 Tabel Penentuan Momen Plat

Lapangan x = 31  
 Lapangan y = 19  
 Tumpuan x = 69  
 Tumpuan y = 57  
 Ø tulangan = 10 mm       $t_s$  = 20 mm

## 2. Beban Pada Pelat Lantai

Beban mati (*Dead Load*)

No	Jenis Beban Mati	Berat Satuan	Tebal (m)	Q ( $\text{Kn}/\text{m}^2$ )
1	Berat sendiri plat lantai ( $\text{Kn}/\text{m}^2$ )	24,0	0,12	2,880
2	Berat finising lantai ( $\text{Kn}/\text{m}^2$ ) + dll	0,163	-	0,163
3	Berat plafon dan rangka ( $\text{Kn}/\text{m}^2$ )	0,000	-	0,000
4	Berat instalasi ME ( $\text{Kn}/\text{m}^2$ )	0,500	-	0,500
Total beban mati,			$Q_D$	3,543

Beban hidup (*live load*)

Beban hidup pada pelat lantai bangunan =  $250 \text{ kg}/\text{m}^2$   
 $Q_L = 2,5 \text{ Kn}/\text{m}^2$

Beban rencana terfaktor

$Q_u = 1,2 \times 3,543 + 1,6 \times 2,5 = 8,252 \text{ Kn}/\text{m}^2$

Momen pelat akibat beban terfaktor

Momen lapangan arah x,  $M_{ulx} = 31 \times 0,001 \times 8,252 \times 3,50^2 = 3,134$

Momen lapangan arah y,  $M_{uly} = 19 \times 0,001 \times 8,252 \times 3,50^2 = 1,921$

Momen tumpuan arah x,  $M_{utx} = 69 \times 0,001 \times 8,252 \times 3,50^2 = 6,975$

Momen tumpuan arah y,  $M_{uty} = 57 \times 0,001 \times 8,252 \times 3,50^2 = 5,762$

Untuk :  $f'_c \leq 30 \text{ Mpa}$ ,  $\beta_1 = 0,85$

Untuk :  $f'_c \leq 30 \text{ Mpa}$ ,  $\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times (20,75 - 30) / 7 = 0,916$

Faktor berbentuk distribusi tegangan beton  $\beta_1 = 0,85$

Rasio tulangan kondisi *balance*,

$$r_b = 0,85 \times 0,85 \times \frac{20,75}{240} \times \frac{600}{600+240} = 0,0446$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$R_{max} = 0,75 \times 0,0446 \times 240 \times \left[ 1 - \frac{1}{2} \times 0,75 \times 0,0446 \times \frac{240}{0,85 \times 20,75} \right] \\ = 6,2010$$

Faktor reduksi kekuatan lentur  $\phi = 0,80$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beto,  $d_s = 20 + \frac{10}{2} = 25$  mm

Tebal efektif pelat lantai,  $d = 140 - 25,0 = 115$  mm

Ditinjau pelat lantaiselebar 1 m,  $b = 1000$  mm

$$M_n = \frac{6,975}{0,8} = 8,719 \text{ kNm}$$

$$R_n = 8,719 \times \frac{10^{-6}}{(1000 \times 115^2)} = 1,087$$

$$R_n = 0,659 < R_{max} = 6,2010 \text{ (O.K)}$$

$$\rho = 0,85 \times \frac{20,75}{240} \times \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,659}{(0,85 \times 20,75)}} \right] = 0,0028$$

Rasio tulang minimum  $r_{min} = 0,0025$

Rasio tulangan yang digunakan,  $\rho = 0,0028$

Luas tulangan  $A_s = 0,0028 \times 1000 \times 115 = 322$

Jarak tulangan yang diperlukan,

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 1000}{322} = 244 \text{ mm}$$

jarak tulangan maksimum  $S_{max} = 2 \times 140 = 280$  mm maka  $S_{max}$  menjadi 300 mm. Digunakan  $\phi$  10–300.

Dikarenakan  $\phi$  10–300 tidak aman maka dipakai  $\phi$  10–150.

$$A_s = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 1000}{150} = 532,8$$

Kontrol Lendutan Pelat

Modulus elastisitas beton,

$$E_c = 4700 \times \sqrt{20,75} = 21409,5 \text{ MPa}$$

Modulus elastis baja tulangan,

$$E_s = 2.10E+05 \text{ MPa}$$

Beban merata (tak terfaktor) pada pelat,

$$Q = 3,543 + 2,5 = 6,043 \text{ N/mm}$$

Panjang bentang plat,

$$L_x = 3500 \text{ mm}$$

Batas lendutan maksimum yang diijinkan,

$$l_x = \frac{3500}{240} = 14,583 \text{ mm}$$

Momen inersia brutto penampang plat,

$$I_g = \frac{1}{12} \times 1000 \times 120^3 = 144000000 \text{ mm}^3$$

Modulus keruntuhan lentur beton,

$$f_r = 0.7 * \sqrt{20,75} = 3,18865175 \text{ MPa}$$

Nilai perbandingan modulus elastis,

$$n = \frac{210000 + 0,5}{21410} = 9,81 \text{ MPa}$$

Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,

$$c = 9,81 \times \frac{523,8}{1000} = 5,138 \text{ mm}$$

Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sebagai berikut. :

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \frac{1}{3} \times 1000 \times 5,138^3 + 9,81 \times 532,8 \times (95,0 - 5,138)^2 \\ &= 42252300 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$y_t = \frac{120}{2} = 60 \text{ mm}$$

Momen retak :

$$M_{cr} = 3,18865175 \times \frac{144000000}{60} = 7652764 \text{ Nmm}$$

Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :

$$M_a = \frac{1}{8} \times 6,043 \times 3,50^2 = 9253344 \text{ Nmm}$$

Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,

$$I_e = \left( \frac{7652764}{9253344} \right)^3 \times 144000000 + \left[ 1 - \left( \frac{7652764}{9253344} \right)^3 \right] \times 42252300$$

$$= 99807351 \text{ mm}^4$$

Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :

$$\delta_e = \frac{5}{384} \times 6,043 \times \frac{(3,50^4)}{(21409,5 \times 99807351)} = 5,522 \text{ mm}$$

Rasio tulangan slab lantai :

$$\rho = \frac{532,8}{(1000 \times 95,0)} = 0,0056$$

Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati (jangka waktu > 5 tahun), nilai :

$$\delta = 2,0$$

$$\lambda = \frac{2,0}{(1 + 50 \times 0,0056)} = 1,563$$

Lendutan jangka panjang akibat rangka dan susut :

$$\delta_g = \frac{1,563 \times 5}{384} \times 6,048 \times \frac{3,50^4}{(21409,5 \times 99807351)} = 8,637 \text{ mm}$$

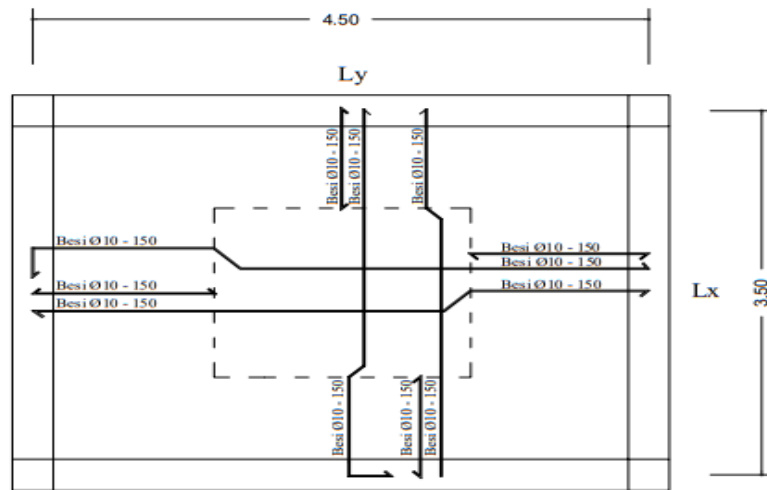
$$\text{Lendutan total, } d_{\text{tot}} = 5,522 + 8,637 = 14.159 \text{ mm}$$

$$\text{Syarat : } d_{\text{tot}} \leq L_x / 240$$

$$14.159 \leq 14.583 \quad \text{AMAN}$$

Dengan terpenuhinya syarat tersebut maka digunakan  $\emptyset$

10 – 150.



Gambar 4.8.2 Detail Penulangan Pelat Lantai

b) Perhitungan Pelat Atap

1) Beban hidup (LL) =  $1,0 \text{ Kn/m}^2$

2) Beban mati (DL)

- Beban pelat lantai sendiri =  $0,10 \times 24 = 2,40 \text{ kN/m}^2$
  - Beban *waterproofing* dengan aspal  $0,02 \times 22 = 0,44 \text{ kN/m}^2$
  - Beban plafond dan penggantung =  $0,20 \text{ kN/m}^2$
  - Beban instalasi ME =  $0,25 \text{ kN/m}^2$
- Total DL =  $3,290 \text{ kN/m}^2$

3) Beban Terfaktor (WU)

$$W_u = 1,2 \times 3,29 + 1,6 \times 1,0 = 5,548 \text{ kN/m}^2$$

4) Perhitungan analisis struktur

Bentangan pelat :

$$\beta = \frac{l_y}{l_x} = \frac{450}{350} = 1,3 < 2 \text{ termasuk pelat dua arah}$$

Momen pelat akibat beban terfaktor

$$\text{Momen lapangan arah x, } M_{ulx} = 31 \times 0,001 \times 5,548 \times 3,50^2 = 2,107$$

$$\text{Momen lapangan arah y, } M_{uly} = 19 \times 0,001 \times 5,548 \times 3,50^2 = 1,291$$

$$\text{Momen tumpuan arah x, } M_{utx} = 69 \times 0,001 \times 5,548 \times 3,50^2 = 4,689$$

$$\text{Momen tumpuan arah y, } M_{uty} = 57 \times 0,001 \times 5,548 \times 3,50^2 = 3,874$$

Momen rencana (maksimum) = 4,689 kN/m<sup>2</sup>

Untuk :  $f'c \leq 30$  Mpa,  $\beta_1 = 0,85$

Untuk :  $f'c \leq 30$  Mpa,  $\beta_1 = 0,85 - 0,05 \times (20,75 - 30) / 7 = 0,916$

Faktor berbentuk distribusi tegangan beton  $\beta_1 = 0,85$

Rasio tulangan kondisi *balance*,

$$r_b = 0,85 \times 0,85 \times \frac{20,75}{240} \times \frac{600}{600 + 240} = 0,0446$$

Faktor tahanan momen maksimum,

$$\begin{aligned} R_{max} &= 0,75 \times 0,0446 \times 240 \times \left[ 1 - \frac{1}{2} \times 0,75 \times 0,0446 \times \frac{240}{0,85 \times 20,75} \right] \\ &= 6,2010 \end{aligned}$$

Faktor reduksi kekuatan lentur  $\phi = 0,80$

Jarak tulangan terhadap sisi luar beto,  $d_s = 20 + \frac{10}{2} = 25$  mm

Tebal efektif pelat lantai,  $d = 140 - 25,0 = 115$  mm

Ditinjau pelat lantaiselebar 1 m,  $b = 1000$  mm

$$M_n = \frac{6,975}{0,8} = 8,719 \text{ kNm}$$

$$R_n = 8,719 \times \frac{10^{-6}}{(1000 \times 115^2)} = 1,087$$

$R_n = 0,659 < R_{max} = 6,2010$  (O.K)

$$\rho = 0,85 \times \frac{20,75}{240} \times \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,659}{(0,85 \times 20,75)}} \right] = 0,0028$$

Rasio tulang minimum  $r_{min} = 0,0025$

Rasio tulangan yang digunakan,  $\rho = 0,0028$

Luas tulangan  $A_s = 0,0028 \times 1000 \times 115 = 322$

Jarak tulangan yang diperlukan,

$$s = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 1000}{322} = 244 \text{ mm}$$

jarak tulangan maksimum  $S_{max} = 2 \times 140 = 280$  mm maka  $S_{max}$  menjadi 300 mm. Digunakan  $\phi$  10–300.

Dikarenakan  $\phi$  10–300 tidak aman maka dipakai  $\phi$  10–150.

$$A_s = \frac{\frac{1}{4} \times \frac{22}{7} \times 1000}{150} = 532,8$$



Kontrol Lendutan Pelat

Modulus elastisitas beton,

$$E_c = 4700 \times \sqrt{20,75} = 21409,5 \text{ MPa}$$

Modulus elastis baja tulangan,

$$E_s = 2.10E+05 \text{ MPa}$$

Beban merata (tak terfaktor) pada pelat,

$$Q = 3,290 + 1,0 = 4,29 \text{ N/mm}$$

Panjang bentang plat,

$$L_x = 3500 \text{ mm}$$

Batas lendutan maksimum yang diijinkan,

$$l_x = \frac{3500}{240} = 14,583 \text{ mm}$$

Momen inersia brutto penampang plat,

$$I_g = \frac{1}{12} \times 1000 \times 120^3 = 144000000 \text{ mm}^3$$

Modulus keruntahan lentur beton,

$$f_r = 0.7 * \sqrt{20,75} = 3,18865175 \text{ MPa}$$

Nilai perbandingan modulus elastis,

$$n = \frac{210000 + 0,5}{21410} = 9,81 \text{ MPa}$$

Jarak garis netral terhadap sisi atas beton,

$$c = 9,81 \times \frac{523,8}{1000} = 5,138 \text{ mm}$$

Momen inersia penampang retak yang ditransformasikan ke beton dihitung sebagai berikut. :

$$\begin{aligned} I_{cr} &= \frac{1}{3} \times 1000 \times 5,138^3 + 9,81 \times 532,8 \times (95,0 - \\ & 5,138)^2 \\ &= 42252300 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$y_t = \frac{120}{2} = 60 \text{ mm}$$

Momen retak :

$$M_{cr} = 3,18865175 \times \frac{144000000}{60} = 7652764 \quad \text{Nmm}$$

Momen maksimum akibat beban (tanpa faktor beban) :

$$M_a = \frac{1}{8} \times 4,29 \times 3,50^2 = 65690625 \text{Nmm}$$

Inersia efektif untuk perhitungan lendutan,

$$I_e = \left( \frac{7652764}{65690625} \right)^3 \times 144000000 + \left[ 1 - \left( \frac{7652764}{65690625} \right)^3 \right] \times$$

$$42252300$$

$$= 160869 \text{ mm}^4$$

Lendutan elastis seketika akibat beban mati dan beban hidup :

$$\delta_e = \frac{5}{384} \times 4,29 \times \frac{(3,50^4)}{(21410 \times 160869)} = 2,434 \text{ mm}$$

Rasio tulangan slab lantai :

$$\rho = \frac{532,8}{(1000 \times 95,0)} = 0,0056$$

Faktor ketergantungan waktu untuk beban mati

(jangka waktu > 5 tahun), nilai :

$$\delta = 2.0$$

$$\lambda = \frac{2,0}{(1 + 50 \times 0,0056)} = 1,563$$

Lendutan jangka panjang akibat rangka dan susut :

$$\delta_g = \frac{1,563 \times 5}{384} \times 4,29 \times \frac{3,50^4}{(21410 \times 160869)} = 3,818 \quad \text{mm}$$

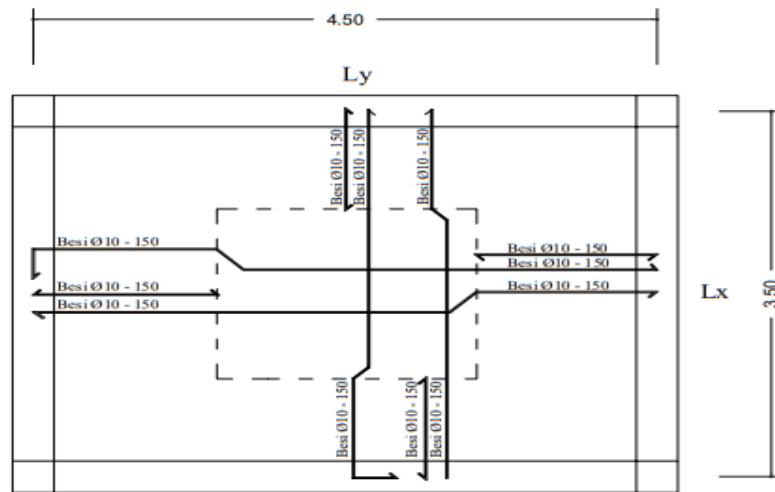
$$\text{Lendutan total, } d_{tot} = 2,434 + 3,818 = \text{mm}$$

$$\text{Syarat : } d_{tot} \leq L_x / 240$$

$$6,252 \leq 14.583 \quad \text{AMAN}$$

Dengan terpenuhinya syarat tersebut maka digunakan  $\emptyset$

10 – 150.



Gambar 4.8.3 Detail Penulangan Pelat Atap

#### 4.9 Perencanaan Tangga

##### 1. Data Perencanaan Tangga

- Tinggi Lantai : 400 cm
- Panjang ruangan tangga : 350 cm
- Tinggi Injakan (t) : 20 cm
- Lebar Injakan (i) : 30 cm
- Lebar Tangga : 175 cm
- Tebal Pelat Tangga ( $t_p$ ) : 14 cm
- Jumlah Anak Tangga : 20 cm

$$\text{Lebar bordes} : b_o = 350 - (12 \times 20) = 110 \text{ cm}$$

$$\text{Kemiringan tangga} : \tan \alpha = \frac{20}{30} = 33,69^\circ$$

Digunakan tebal pelat tangga ( $t_t$ ) = tebal bordes ( $t_b$ ) = 14 cm

Tinggi beban merata tangga

$$t' = \frac{(0,5 \times 20 \times 30)}{\sqrt{20^2 + 30^2}} = 8,3205 \text{ cm}$$

$$h = 14 + 8,3205 = 22,32 \text{ cm}$$

$$h' = \frac{14}{\cos 33,69} + \frac{20}{2} = 26,84 \text{ cm} = 0,2684 \text{ m}$$

#### 4.10 Perhitungan Tangga

##### 1. Pembebanan tangga

###### a. Beban mati tangga

Hitungan beban permeter lebar tangga

$$\text{Beban mati : beban pelat + anak tangga} = 0,2229 \cdot 24 = 5,3496 \text{ kN/m}$$

$$\text{tegel (2 cm)} = 0,02 \cdot 0,24 = 0,0048 \text{ kN/m}$$

$$\text{spesi (2 cm)} = 0,02 \cdot 0,21 = 0,0042 \text{ kN/m}$$

$$\text{railing} = 0,89 \text{ kN/m} \quad +$$

---


$$Q_{dl} = 6,2486 \text{ kN/m}$$

###### b) Beban Hidup Tangga: $Q_{ll} = 1,33 \text{ kN/m}$

###### c) Beban Mati Bordes:

$$\text{Beban mati : berat sendiri} = 0,12 \cdot 24 = 2,88 \text{ kN/m}$$

$$\text{tegel (2 cm)} = 0,02 \cdot 0,24 = 0,0048 \text{ kN/m}$$

$$\text{spesi (2 cm)} = 0,02 \cdot 0,21 = 0,0042 \text{ kN/m}$$

$$\text{railing} = 0,89 \text{ kN/m} \quad +$$

---


$$Q_{dl} = 3,779 \text{ kN/m}$$

###### a) Beban Hidup Plat Bordes: $Q_{ll} = 1,33 \text{ kN/m}$

Reaksi Tumpuan

##### 2. Reaksi perletakan akibat beban mati dan beban hidup:

$$\begin{aligned} Q_{ult} \text{ tangga} &= 1,2 \cdot Q_{dl} + 1,6 \cdot Q_{ll} \\ &= 1,2 \cdot 6,2486 + 1,6 \cdot 1,33 \\ &= 9,62632 \text{ kN /m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{ult} \text{ bordes} &= 1,2 \cdot Q_{dl} + 1,6 \cdot Q_{ll} \\ &= 1,2 \cdot 3,779 + 1,6 \cdot 1,33 \\ &= 6,6868 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

$$\Sigma M_B = 0$$

$$\left( R_A \cdot 5 \right) - \left( 9,62632 \cdot 3,6 \cdot \left( \frac{3,6}{2} + 1,4 \right) - 6,6868 \cdot 1,4 \cdot \left( \frac{1,4}{2} \right) \right) = 0$$

$$RA = 20,8684 \text{ kN}$$

$$\Sigma MA = 0$$

$$(9,62632 \cdot 3,6 \cdot (\frac{3,6}{2}) + 6,6868 \cdot 1,4 \cdot (\frac{1,4}{2} + 3,6)) - RB \cdot 5 = 0$$

$$RB = 20,527 \text{ kN}$$

$$RC = 20,8684 - (9,62632 \cdot 3,6)$$

$$= - 14,84201 \text{ kN}$$

$$20,8684 \times 4 \cdot x = 14,84208 \quad (20,8684 \times 4)$$

$$83,4736 - 20,8684 \cdot x = 14,84208 \quad (83,4736)$$

$$83,4736 - 20,8684 - 14,84208 \cdot x = 83,4736$$

$$47,76312 \cdot x = 83,4736$$

$$x = \frac{83,4736}{47,76312} = 1,7477 \text{ m}$$

$$M_{max} = 20,8684 \times 1,7477 - 9,62632 \left( \frac{1,7477^2}{2} \right)$$

$$= 21,770 \text{ KN/m}$$

### 3. Penulangan Tangga

#### a) Tumpuan dan Lapangan

$$Mu = M_{max} = 21,770 \text{ KN/m}$$

Direncanakan Tulangan Pokok D-13

$$Bw = 100 \text{ cm}$$

$$h = 120 + 8,2 = 128,2 = 128$$

$$d = 128 - 20 - (0,5 \times 13)$$

$$= 101,5 \text{ mm} = 0,102 \text{ m}$$

$$Rn \text{ perlu} = \frac{Mu}{\phi \cdot bw \cdot d^2} = \frac{21,770}{0,9 \times 1 \times 0,102^2} = 0,232 \text{ KN/m}$$

$$\rho_{min} = 0,018$$

$$\rho_{perlu} = \frac{0,85 \times f_c}{f_y} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times Rn}{0,85 \times f_c}} \right]$$

$$= \frac{0,85 \times 30}{240} \left[ 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \times 0,232}{0,85 \times 30}} \right]$$

$$= 0,000971$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \times 0,85 \times 0,85 \times \frac{30}{240} \left( \frac{600}{600+240} \right)$$

$$= 0,048$$

$$\rho_{min} = 0,018 > \rho_{perlu} = 0,000971$$

$$As_{perlu} = \rho \times bw \times d = 0,000971 \times 1000 \times 128 = 124,288 \text{ mm}^2$$

$$As_{min} = 0,018 \times 1000 \times 128 = 2304 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak tulangan} = \frac{1000 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 13^2}{2304} = 57,580 \text{ atau}$$

Jarak tulangan  $3 \times 120 = 360 \text{ mm}$  atau diambil jarak spasi tulangan  $350 \text{ mm}$ . Jadi digunakan tulangan utama D 13-350 mm.

$$As_{pakai} = \frac{1000 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 13^2}{350} = 379,043$$

Cek:  $As_{pakai} > As_{perlu}$

$$379,043 \text{ mm}^2 > 124,288 \text{ mm}^2 \text{ ok}$$

b) Tulangan Susut

$$As_{min} = \rho_{min} \times bw \times h$$

$$= 0,018 \times 100 \times 128$$

$$= 230,4 \text{ mm}^2$$

Digunakan tulangan P 10

$$\text{Jarak tulangan (S)} = \frac{1000 \times \frac{1}{4} \times 3,14 \times 10^2}{230,4} = 340,712 \text{ mm}^2$$

digunakan tulangan P 10 – 350 mm

Chek:  $As_{pakai} > As_{min}$

$$379,043 > 230,4 \text{ (Ok)}$$

c) Kontrol Geser

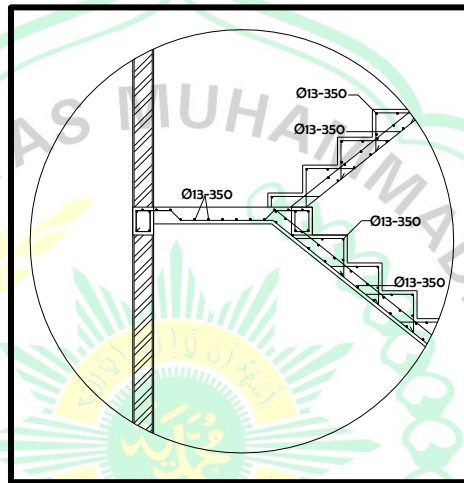
$$V_u = R_A = 20,8684 \text{ kN}$$

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \times b \times d$$

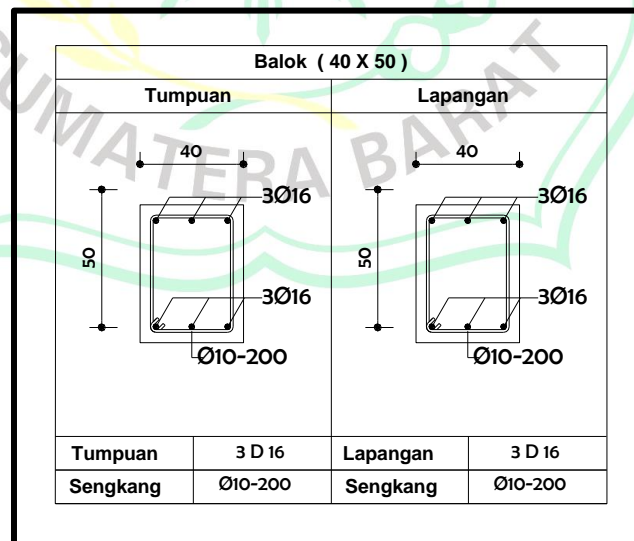
$$= \frac{1}{6} \sqrt{30} \times 1000 \times 128 = 116,847$$

$$V_u < \phi \times V_c = 20,8684 \text{ kN} < 0,75 \times 116,847$$

$$= 20,8684 \text{ kN} < 87,635 \text{ kN (tidak perlu tulung geser)}$$



Gambar 4.10.1 Detail Penulangan Tangga



Gambar 4.10.2 Detail Penulangan Lapangan dan Tumpuan

#### 4.11 Perhitungan pondasi

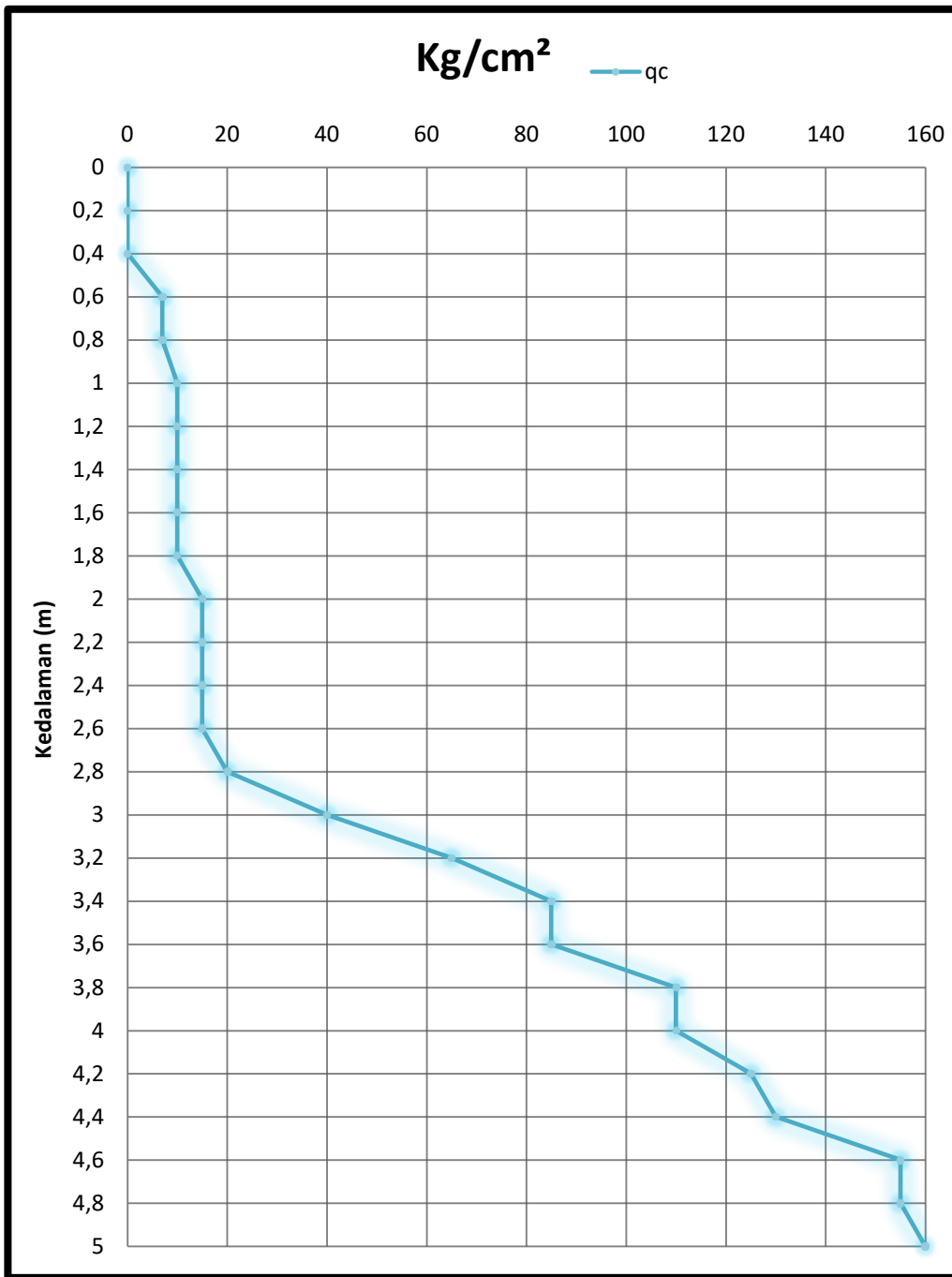
##### 1. Perhitungan Pondasi Sumuran

Tabel Data Sondir

Kedalaman (m)	qt (kg/cm <sup>2</sup> )	Qc (kg/cm <sup>2</sup> )	Qf (kg/cm <sup>2</sup> )	qftk (kg/cm <sup>2</sup> )	Σqftk (kg/cm <sup>2</sup> )	FR %
0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	0	0	0,00	0,00	0,00
0,4	0	0	0	0,00	0,00	0,00
0,6	5	7	2	4,00	2,00	0,40
0,8	5	7	2	4,00	4,00	0,40
1	5	10	5	10,00	9,00	1,00
1,2	5	10	5	10,00	14,00	1,00
1,4	5	10	5	10,00	19,00	1,00
1,6	5	10	5	10,00	24,00	1,00
1,8	5	10	5	10,00	29,00	1,00
2	10	15	5	10,00	34,00	1,00
2,2	10	15	5	10,00	39,00	1,00
2,4	10	15	5	10,00	44,00	1,00
2,6	10	15	5	10,00	49,00	1,00
2,8	10	20	10	20,00	59,00	2,00
3	25	40	15	30,00	74,00	3,00
3,2	50	65	15	30,00	89,00	3,00
3,4	80	85	5	10,00	94,00	1,00
3,6	80	85	5	10,00	99,00	1,00
3,8	100	110	10	20,00	109,00	2,00
4	100	110	10	20,00	119,00	2,00
4,2	120	125	5	10,00	124,00	1,00
4,4	120	130	10	20,00	134,00	2,00
4,6	145	155	10	20,00	144,00	2,00
4,8	145	155	10	20,00	154,00	2,00
5	150	160	10	20,00	164,00	2,00

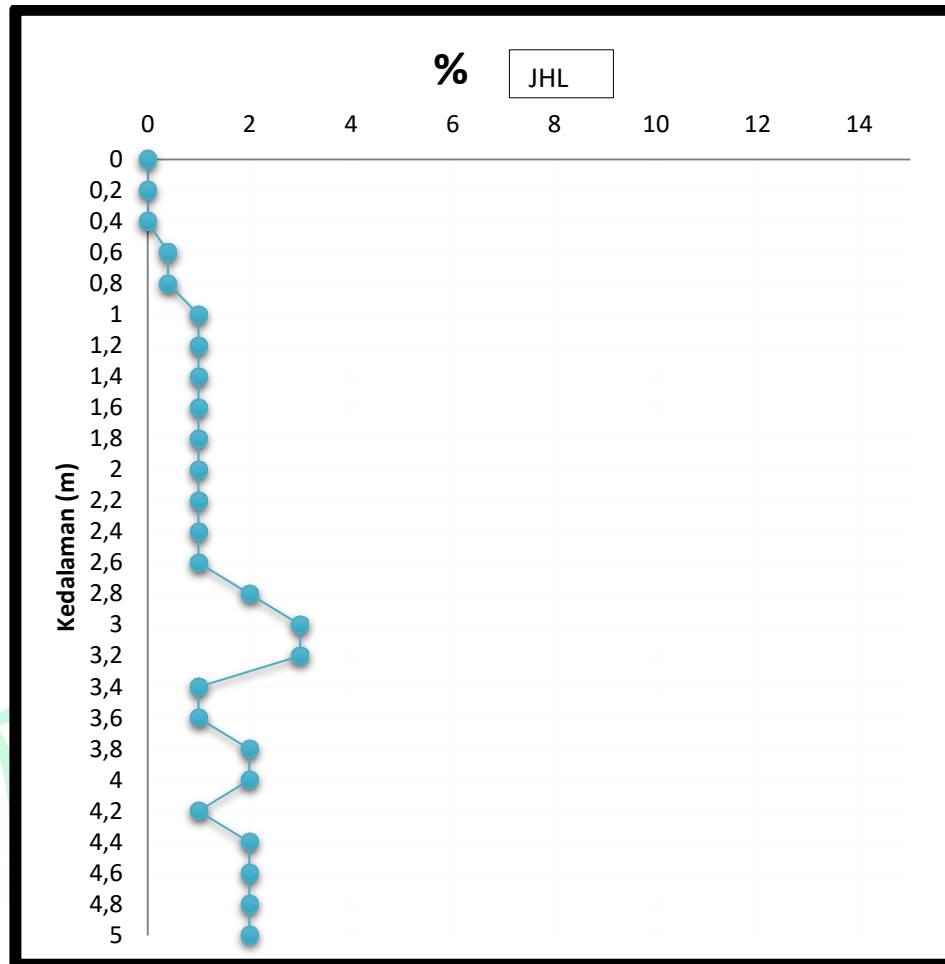
(Sumber: Panitia Pembangunan Masjid Wustha)





4.11.1 grafik Perlawanan Konus

(Sumber:Hasil Dari Excel)



4.11.2 Grafik Hambatan setempat

(Sumber:Hasil Dari Excel)

GroupName	SelfMass	SelfWeight	TotalMassX	TotalMassY	TotalMassZ
Text	Kgf-s2/cm	Kgf	Kgf-s2/cm	Kgf-s2/cm	Kgf-s2/cm
ALL	1122,73	1101018,16	1122,73	1122,73	1122,73

(Sumber:hasil dari SAP 2000)

Kedalaman tanah = 4 m

D = 1,5 m

P = 1101018,16 kg = 1101,01816 ton

Nilai konus (qc) = 100 Kg/m<sup>2</sup> = 1.000.000 Kg/cm<sup>2</sup>

Hambatan lekat hl = 110 Kg/m<sup>2</sup> = 1.100.000 Kg/cm<sup>2</sup>

$$\begin{aligned}
 A_h &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\
 &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times 150^2 = 17662,5 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Daya dukung ujung :

$$\begin{aligned}
 Q_b &= A_h \times q_c \\
 &= 17662,5 \times 100 = 1766250 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_s &= \pi \times D \times L \\
 &= 3,14 \times 150 \times 4,00 = 1884 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$F_s = 0,012 \times 100 = 1,2 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 K &= \pi \times d \\
 &= 3,14 \times 150 = 472,5 \text{ cm}^2
 \end{aligned}$$

Daya dukung geser :

$$\begin{aligned}
 Q_s &= A_s \times F_s \\
 &= 1884 \times 1,2 = 2260,8 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

Daya dukung ultimit/batas :

$$Q_{ult} = 1766250 + 2260,8 = 1768510,8 \text{ Kg}$$

Check = Daya dukung izin

$$Q_{all} = \frac{Q_{ult}}{sf} = \frac{1768510,8}{2,5} = 7074,043 \text{ ton} > 1101,01816 \text{ ton} \quad (\text{OK})$$

(Perencanaan tersebut aman)

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 KESIMPULAN

Dari data perencanaan yang telah dimodelkan serta telah dihitung dapat diambil beberapa kesimpulan serta hasil yang didapat diantaranya :

1. Pemodelan dan perhitungan kolom, balok, pelat lantai dan pelat atap bangunan menggunakan SAP 2000 versi 14.
2. Perhitungan beban gempa mengacu pada SNI gempa 2019 dengan menggunakan analisis desain respon spektrum gempa.
3. Perhitungan pondasi, menggunakan perhitungan manual.

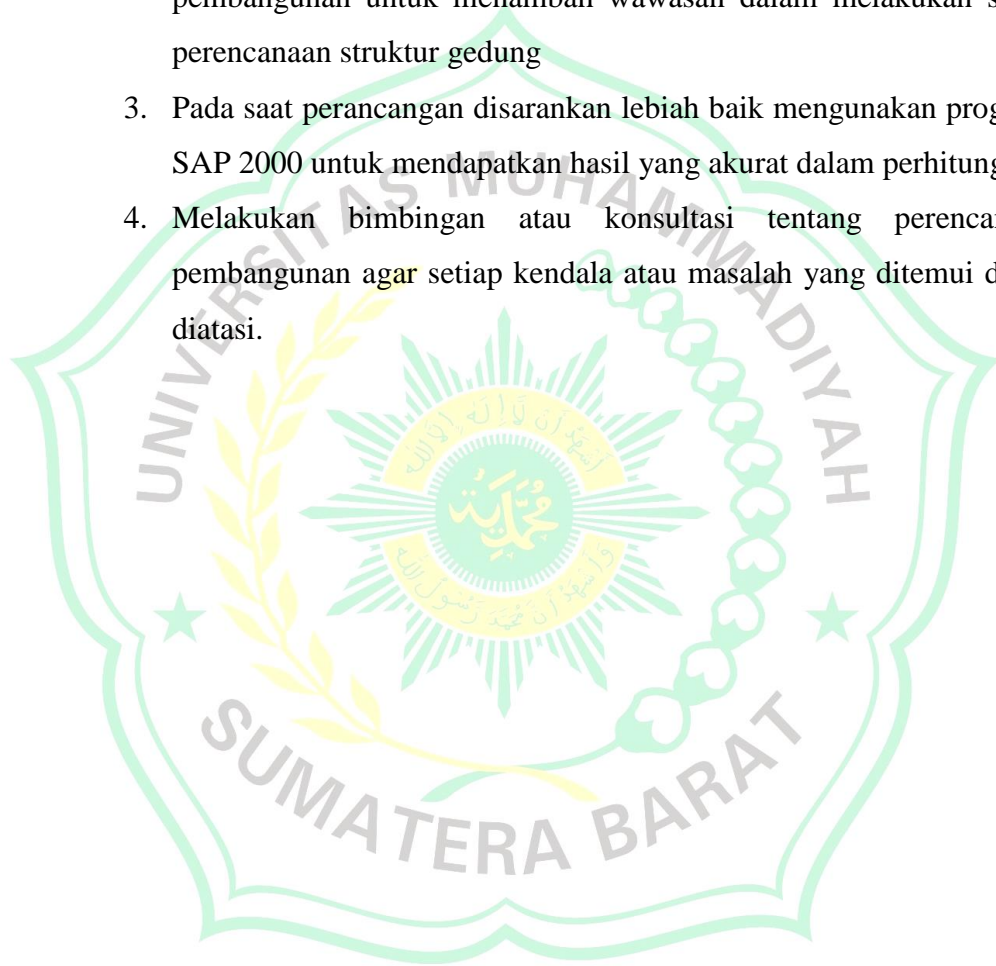
Hasil perhitungan dari Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning,

1. Pembesian pada pelat atap digunakan 10 – 150.
2. Pembesian pada balok ukuran 40×50, pada tumpuan diperoleh 3 D 16, pada lapangan diperoleh 3 D 16, sedangkan untuk sengkang atau tulangan geser diperoleh  $\emptyset$  10 – 200.
3. pembesian pada balok ukuran 45× 60, pada tumpuan diperoleh 4 D 16, pada lapangan diperoleh 4 D 16, sedangkan untuk sengkang atau tulangan geser diperoleh  $\emptyset$  10 – 100.
4. Pembesian pada balok ukuran 50×75, pada tumpuan diperoleh 4 D 19, pada lapangan diperoleh 8 D 19, sedangkan untuk sengkang atau tulangan geser diperoleh  $\emptyset$  10 – 300.
5. Pembesian pada pelat lantai digunakan 10 – 150.
6. Pembesian pada kolom 75×75, pembesian aksial totalnya 12  $\emptyset$  16, untuk tulangan sengkang atau geser  $\emptyset$  10 – 200 mm.
7. Pembesian pada kolom 60×60, pembesian aksial total 8  $\emptyset$  16, untuk tulangan sengkang atau geser  $\emptyset$  10 – 200 mm.
8. Penulangan pembesian pada tangga diperoleh D 13-350 mm.

## 5.2 SARAN

Ada pun beberapa saran yang akan penulis sampaikan dalam perencanaan struktur gedung yaitu :

1. Perencanaan struktur gedung yang akan direncanakan mengacu pada pedoman peraturan pembangunan gedung yang masih berlaku.
2. Melakukan pencarian sumber-sumber tentang perencanaan pembangunan untuk menambah wawasan dalam melakukan suatu perencanaan struktur gedung
3. Pada saat perancangan disarankan lebih baik menggunakan program SAP 2000 untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam perhitungan
4. Melakukan bimbingan atau konsultasi tentang perencanaan pembangunan agar setiap kendala atau masalah yang ditemui dapat diatasi.

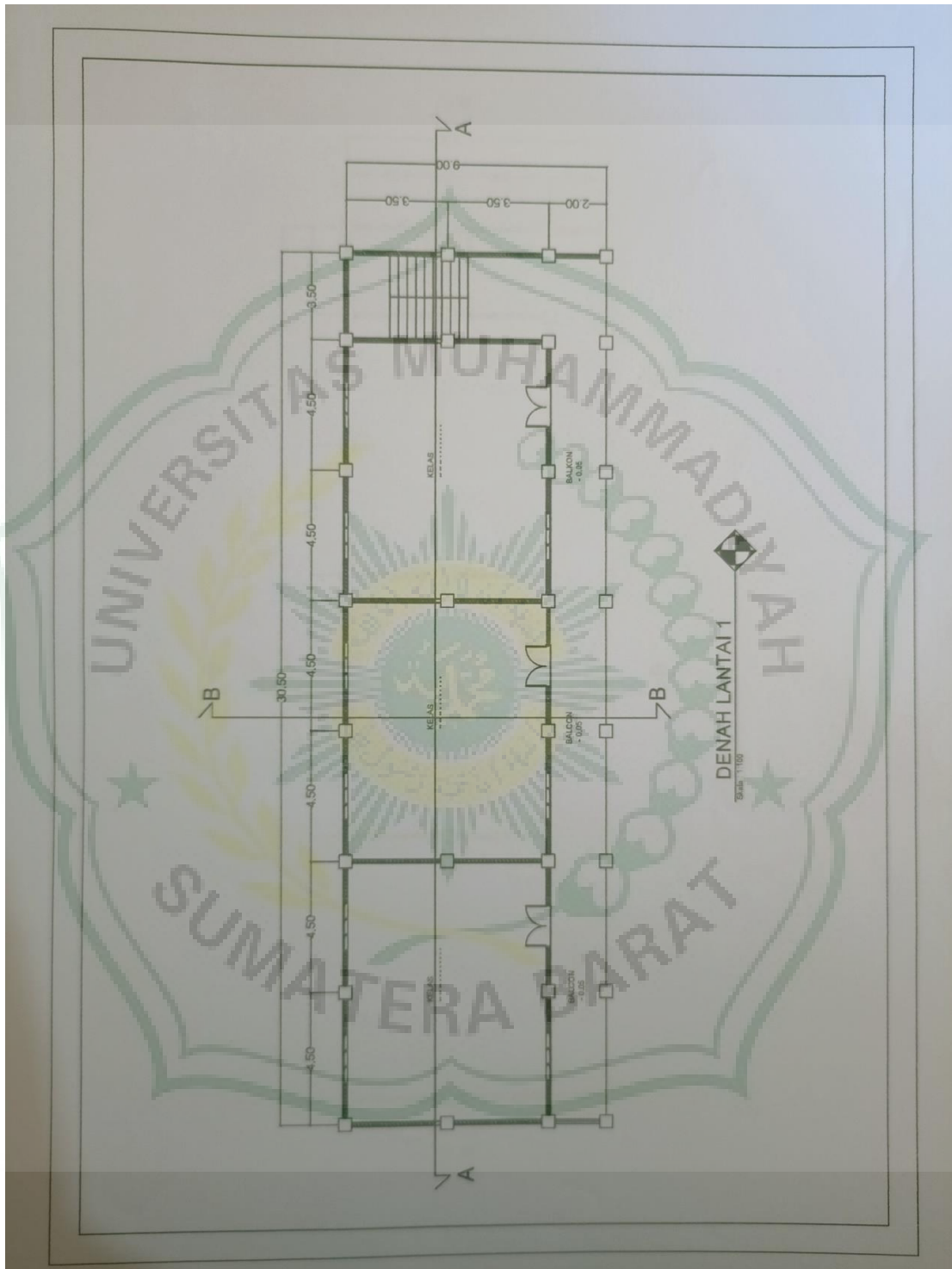


## DAFTAR PUSTAKA

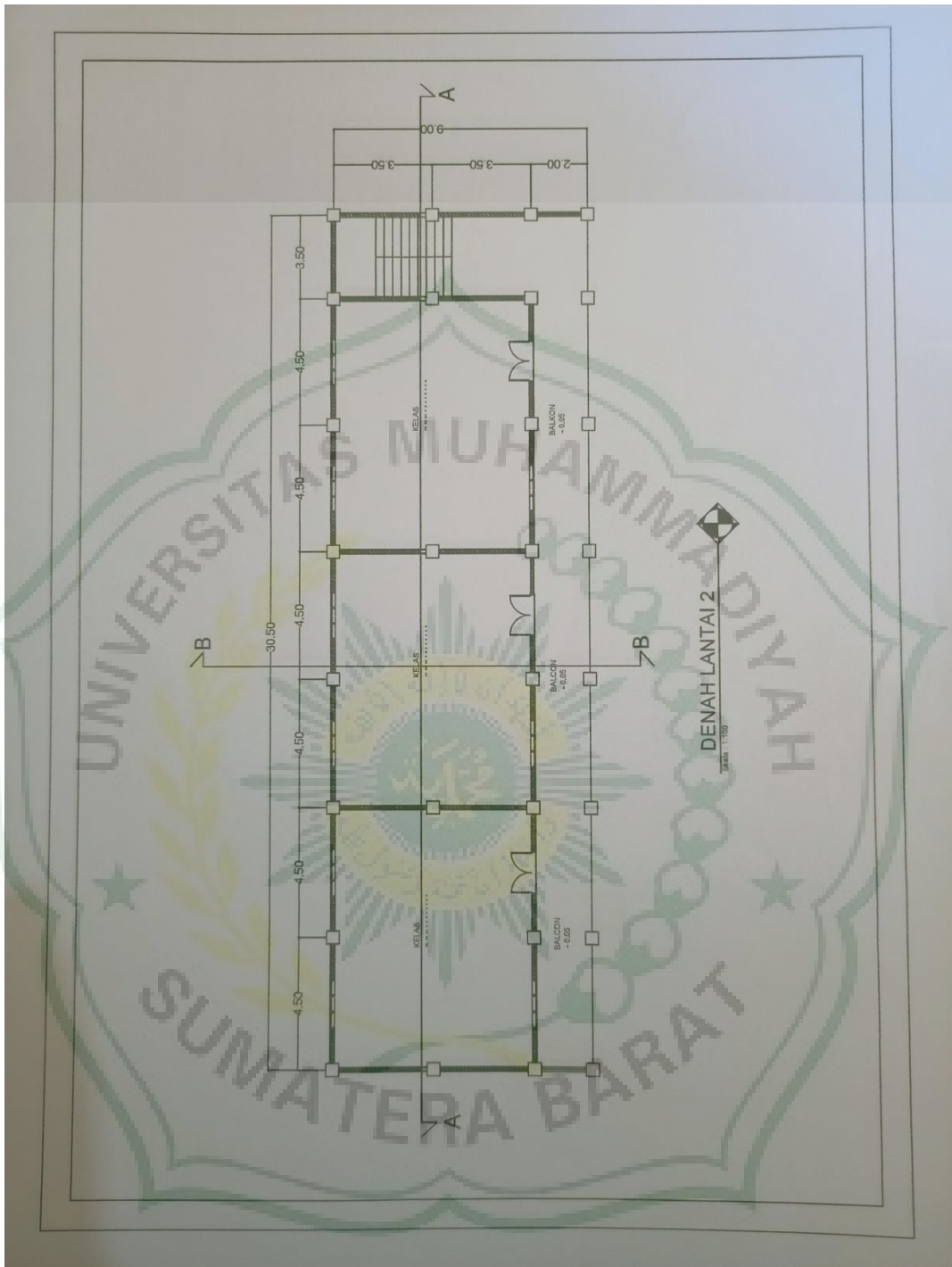
- Herista, F., & Yusman, A. S. (2021). *Kajian Upah Pekerja Konstruksi Pada Proyek Bangunan Gedung di Provinsi Sumatera Barat*. *Ensiklopedia of Journal*, 3(3), 259-268.
- Irfan, M., Ishak, I., & Priana, S. E. (2022). *Tinjauan Perencanaan Proyek Pembangunan Gedung/ruang Baru Puskesmas Mandiangin Kota Bukittinggi*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 172-178.
- Kurniawan, D., Yusuf, M., & Yermadona, H. (2021). *Pengaruh Penambahan Serbuk Gergaji Kayu Terhadap Produktifitas Waktu Dan Kuat Tekan Bata*. *Ensiklopedia of Journal*, 3(3), 269-274.
- Masril, M. (2018). ANALISIS SIMPANG BERSINYAL DI SIMPANG TANJUNG ALAM KABUPATEN AGAM. *Rang Teknik Journal*, 1(2).
- Nafi'ah, P. U. (2019). *Perencanaan Struktur Gedung Lima (5) Lantai Rumah Susun Lokasi Sumurboto Semarang*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 58-255.
- Linda Widyastani P (2010). *Perencanaan Bangunan Gedung Kuliah Diploma III Fakultas Teknik Universitas Diponegoro Semarang*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 43-150.
- Liud, A. (2016). *Perhitungan Struktur Atas dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan SMA Keberbakatan Olahraga di Tompaso Kabupaten Minahasa*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1-20.
- Putri, Aisya Hayyu, Masril Masril, and Deddy Kurniawan. "Perencanaan Struktur Gedung Pasar Raya Padang." *Ensiklopedia Research and Community Service Review* 1.1 (2021): 137-143.
- Putri, Annisa, Masril Masril, and Elfania Bastian. "Analisis Struktur Pasca Kebakaran Gedung Pascasarjana Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat." *Ensiklopedia Research and Community Service Review* 1.1 (2021): 179-187.

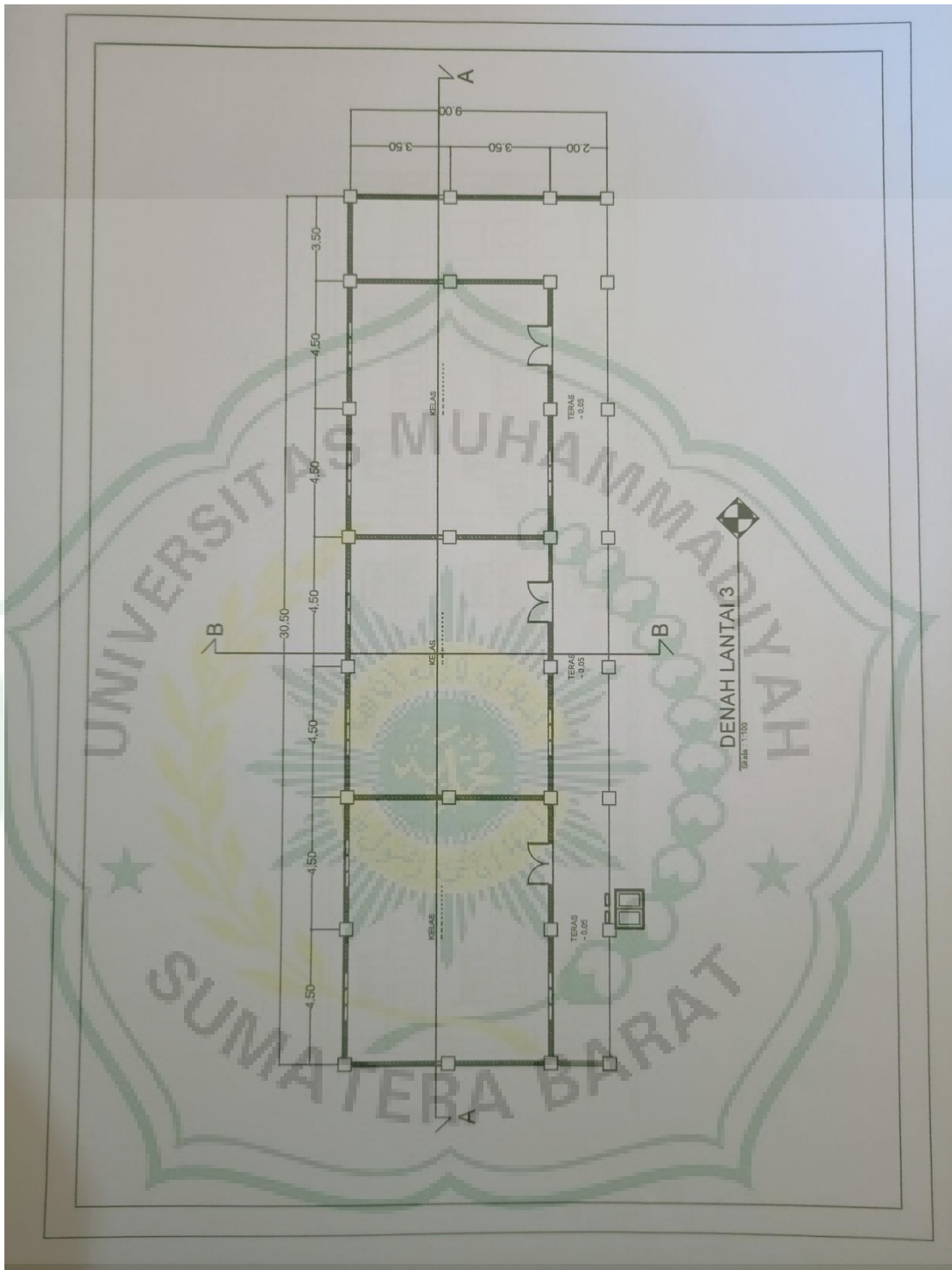
- Priana, S. E., Carlo, N., & Yulius, M. N. (2014). *Analisis Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Kinerja Mutu Pada Proyek Konstruksi Gedung Di Kota Padang Panjang*. Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Post Graduate, Bung Hatta University, 5(3).
- Putri, A., Masril, M., & Bastian, E. (2021). *Analisis Struktur Pasca Kebarakan Gedung Pascasarjana Universitas Muhammdiyah Sumatera Barat*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 179-187.
- Rendi, R., Ishak, I., & Kurniawan, D. (2021). *Perencanaan Struktur Atas Gedung Fakultas Hukum Universitas Muhammdiyah Sumatera Barat*. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 121-129.
- SNI 03–1727–1989, *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung*
- SNI 03–1729–2002, *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung*
- SNI 03–2847–2002, *Tata cara perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung (Beta Version)*
- SNI 03–1727–2013, *Beban Minimum untuk Perencanaan Bangunan Gedung dan Struktur Lainnya*
- SNI–1726–2019, *Standar Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung*
- SNI–2847–2019, *Tta Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung*
- SNI 1729–2015, *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Structural*
- (PBI-1971) *Peraturan Beton Bertulang Indonesia*
- (PPIUG), 1983, *Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Bangunan Gedung*
- Vis, W. C. Dan Kusuma, Gideon H. 1997. *Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang*. Penerbit Erlangga : Jakarta.

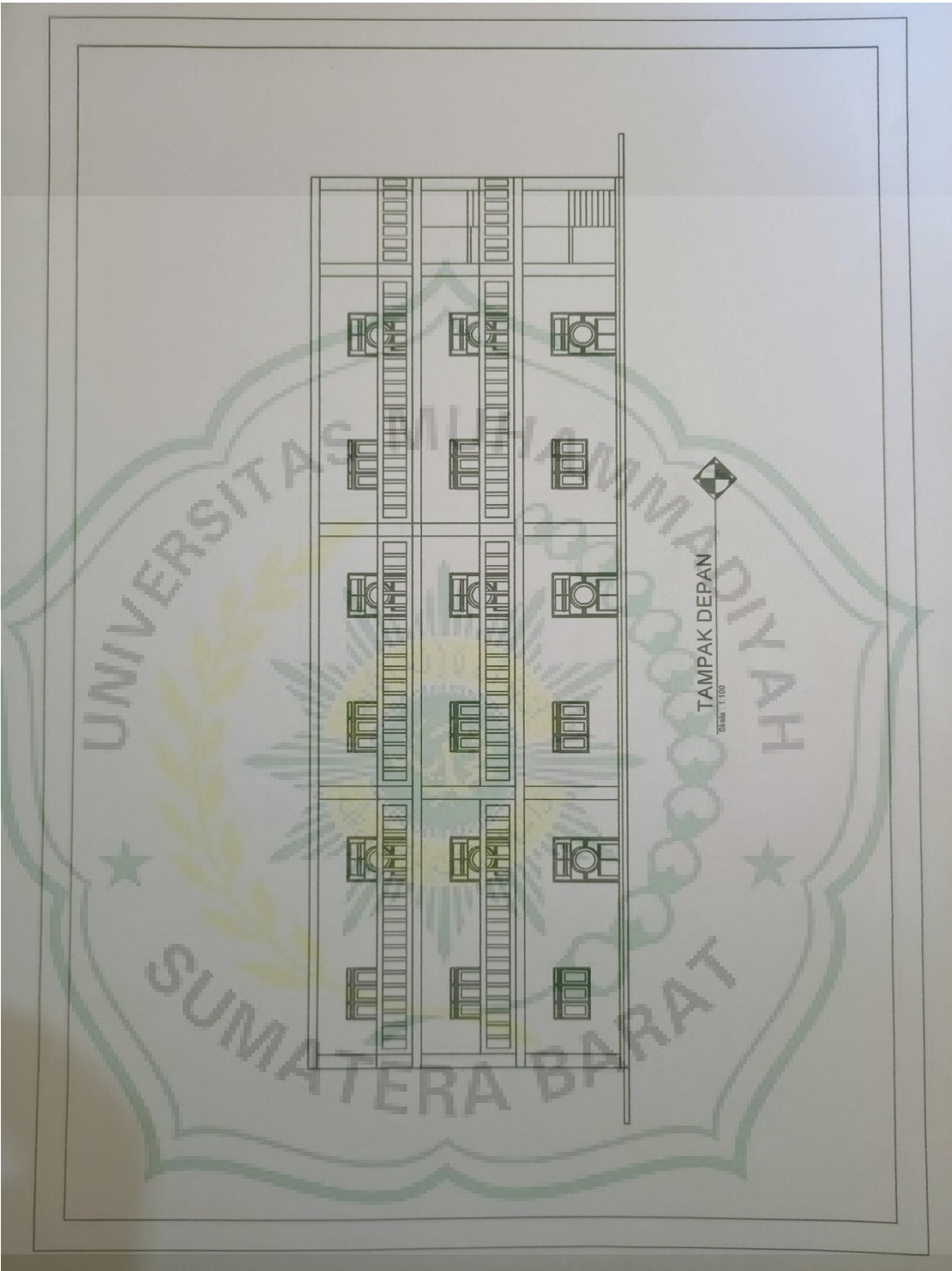
# LAMPIRAM



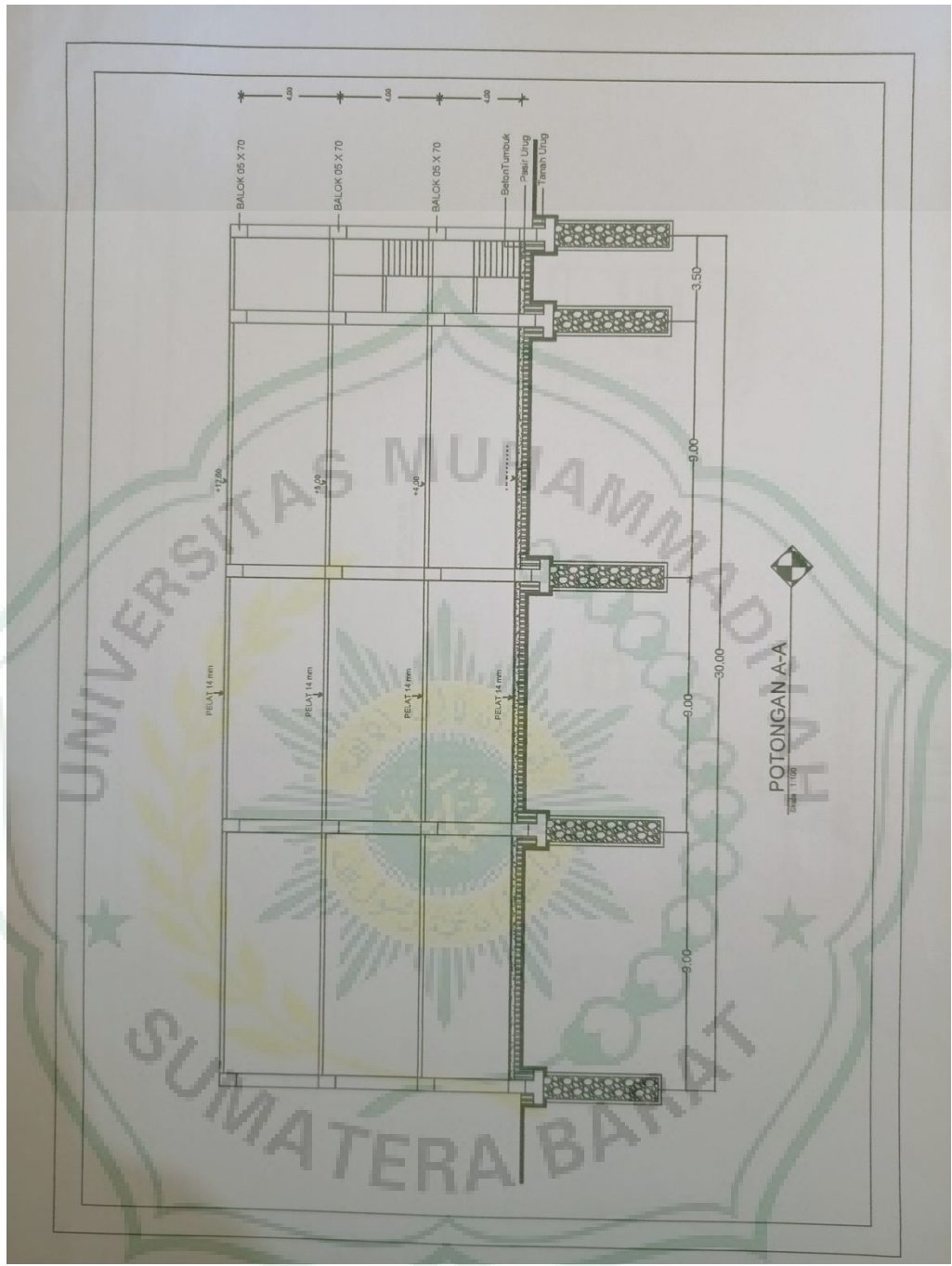




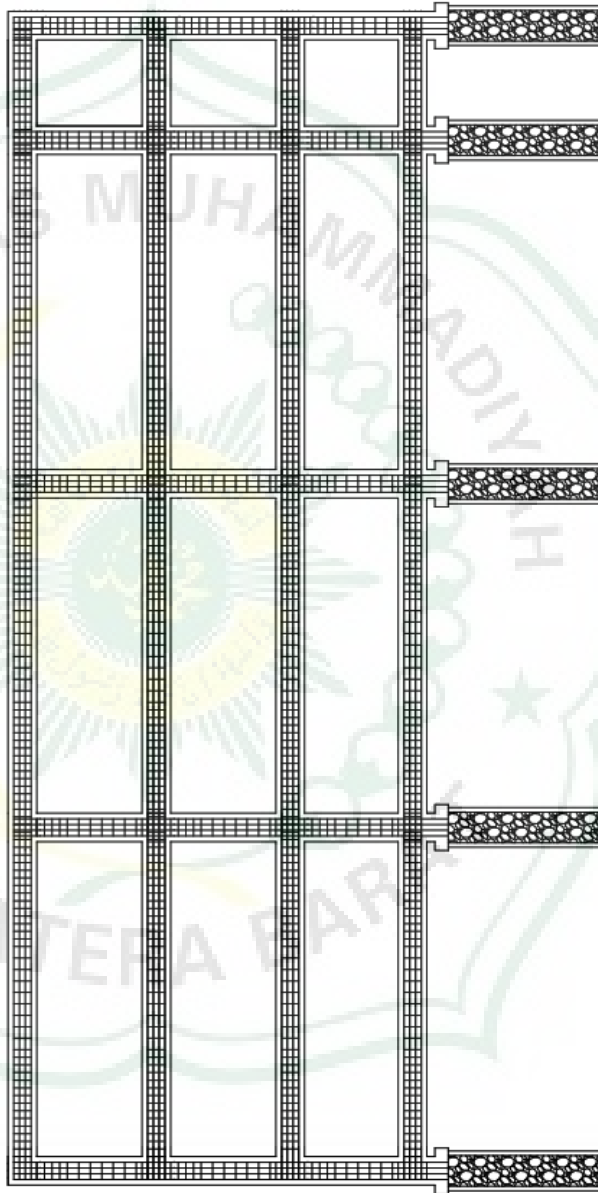
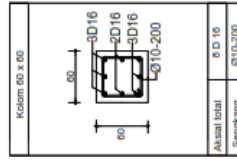
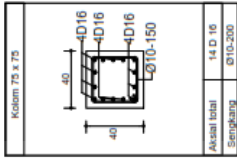
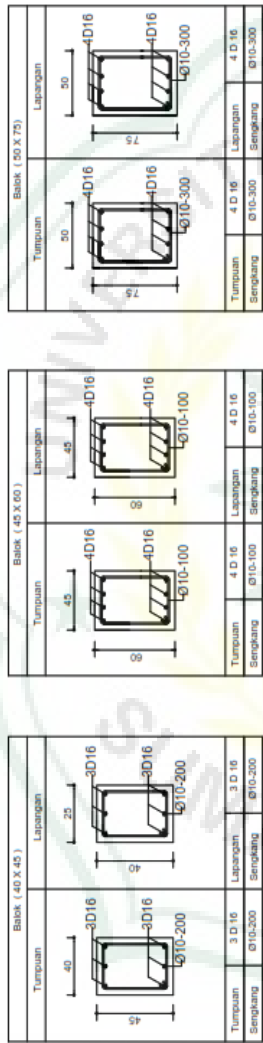




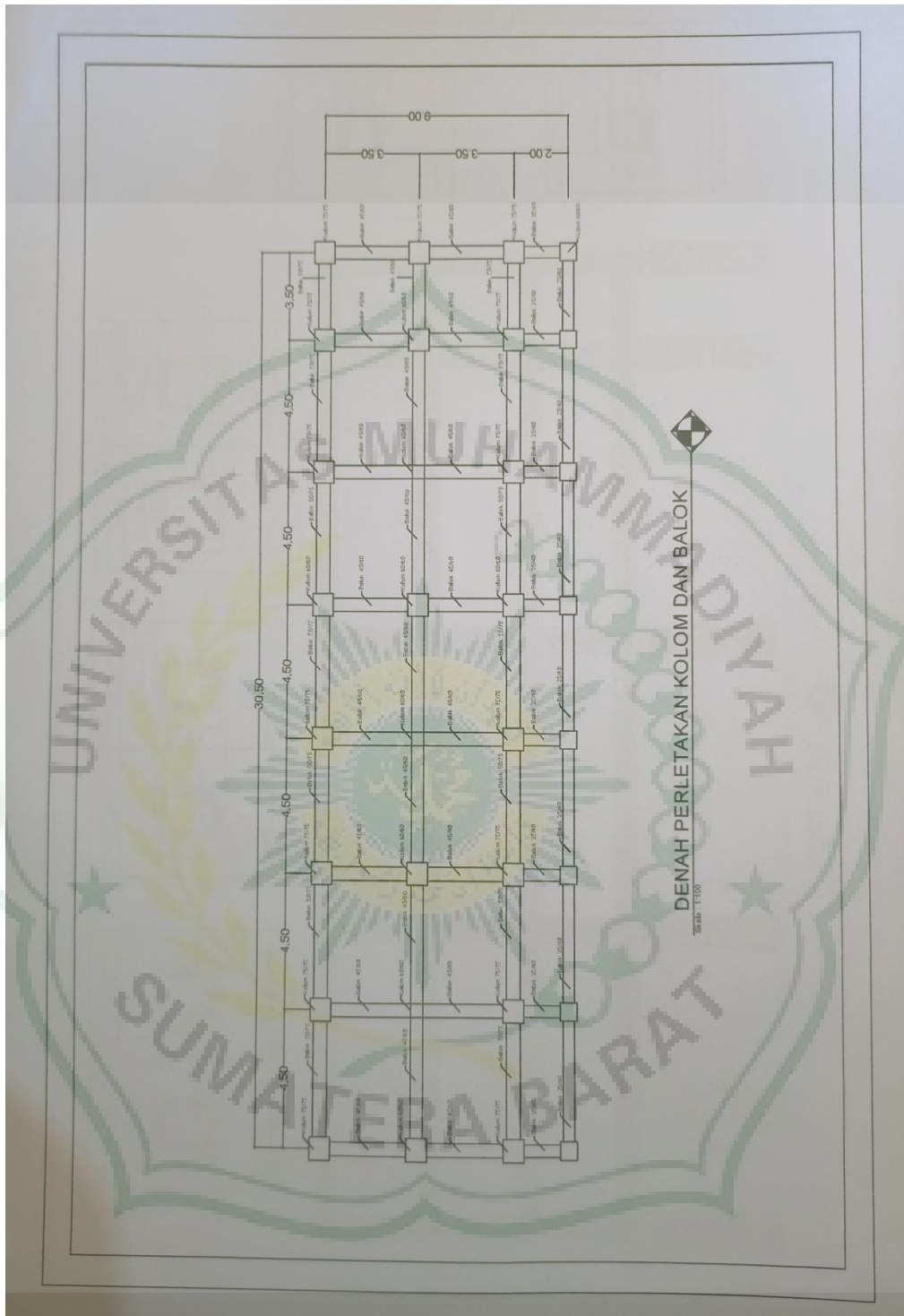




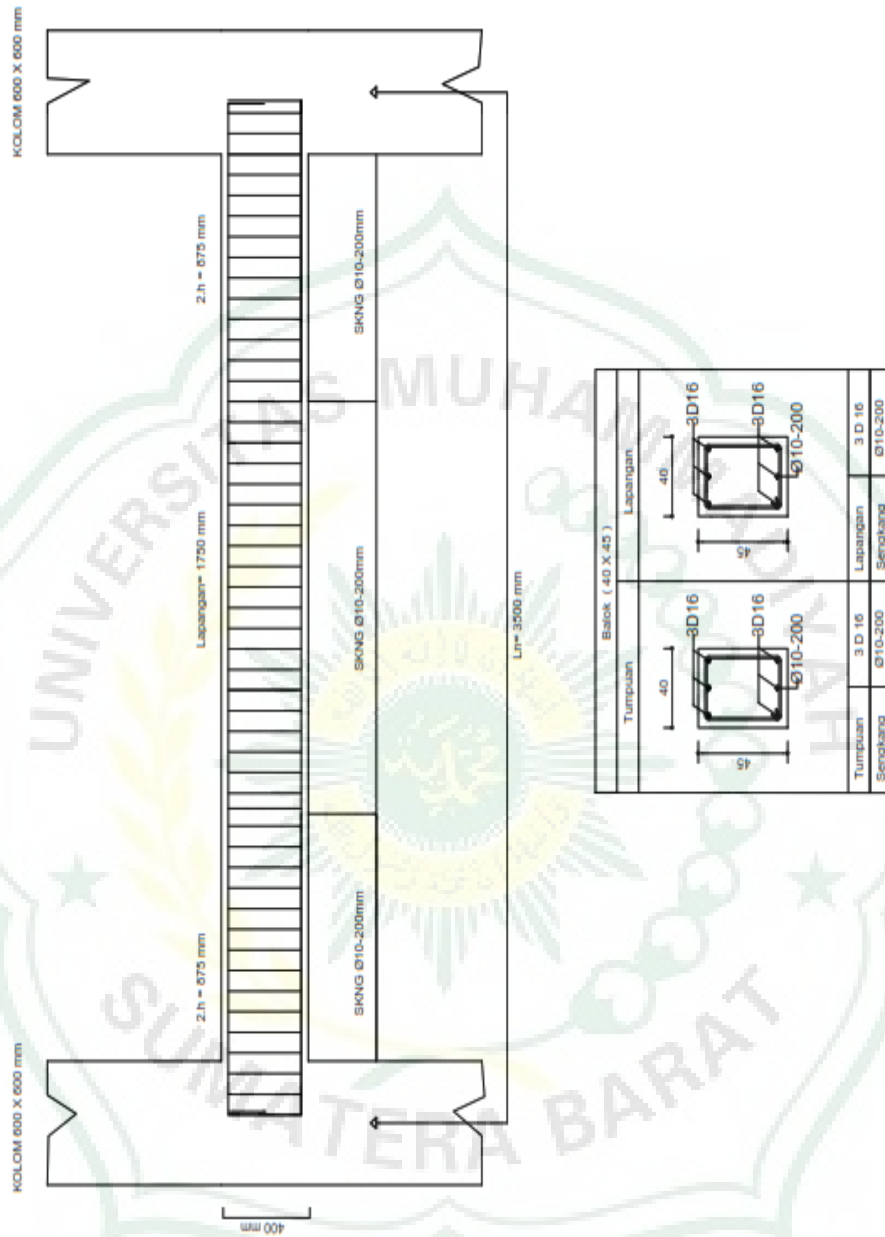




PORTAL A-F  
Skala : 1:100

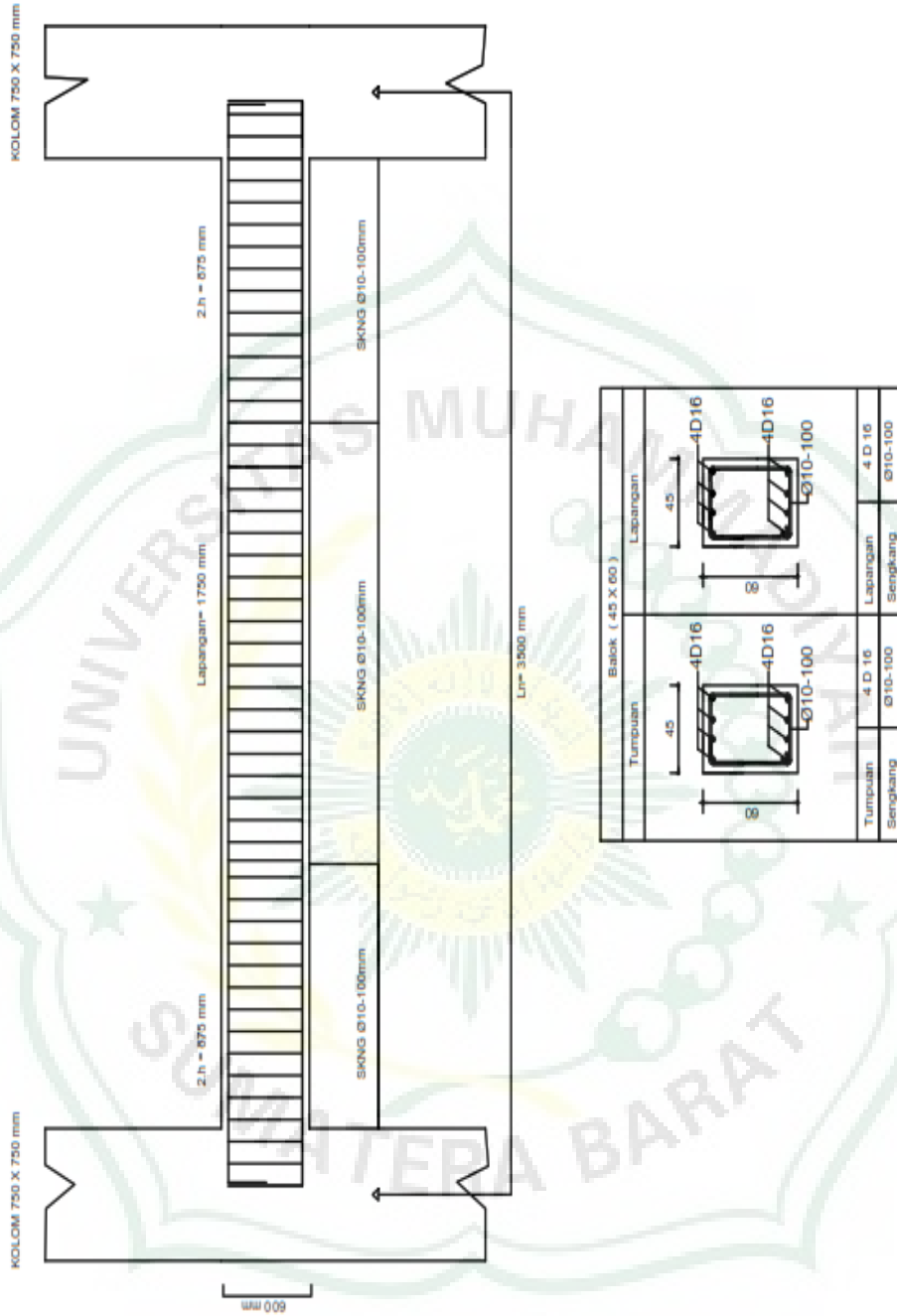






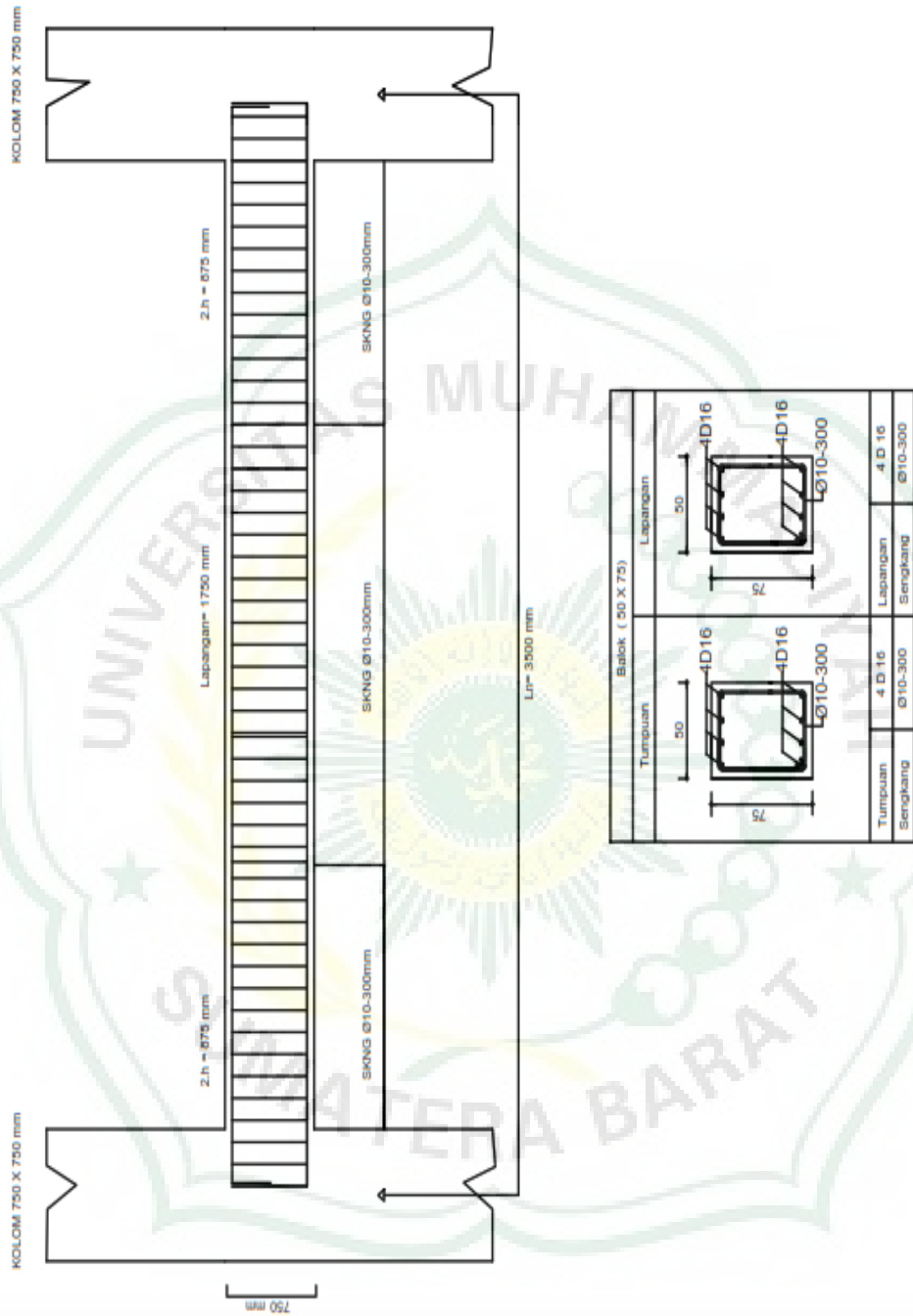
**G. DETAIL PENULANGAN BALOK**

Skala : 1:100



G. DETAIL PENULANGAN BALOK

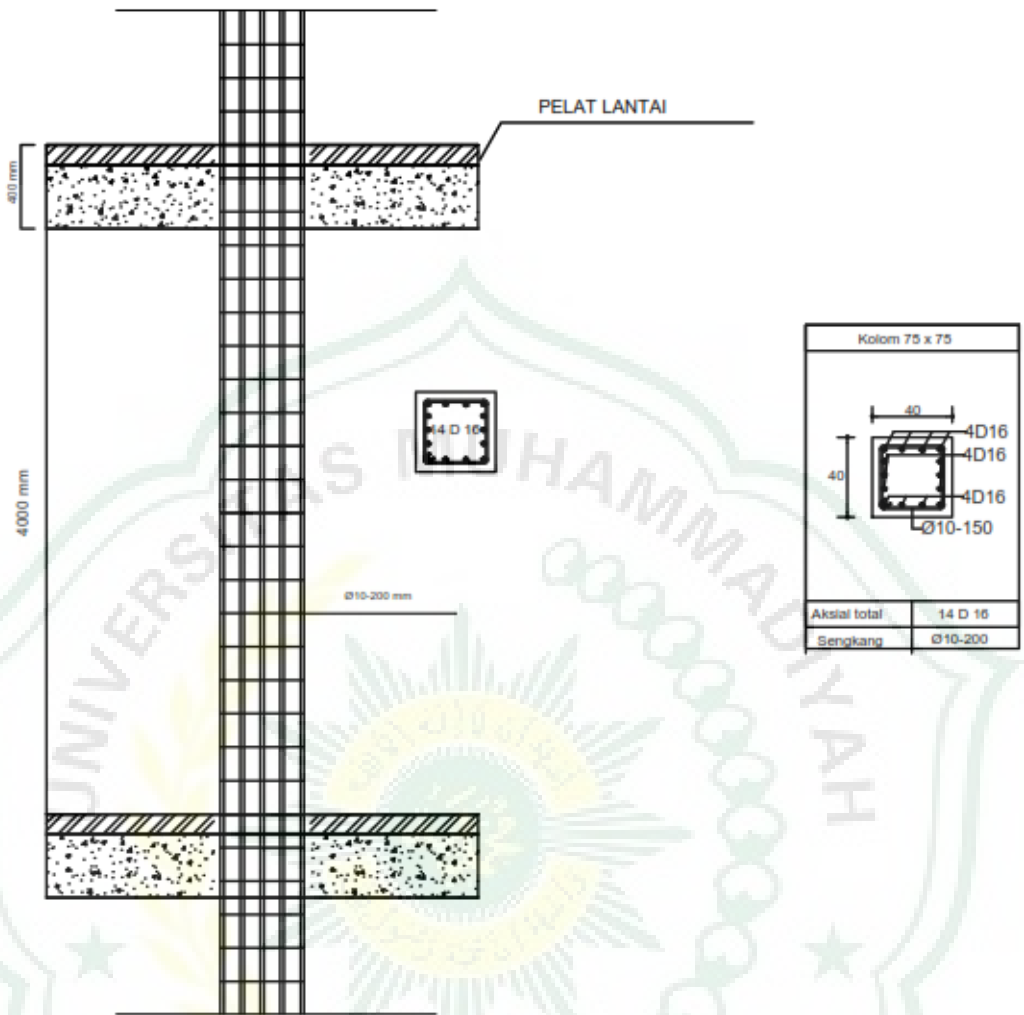
Skala : 1:100



### G. DETAIL PENULANGAN BALOK

Skala : 1:100

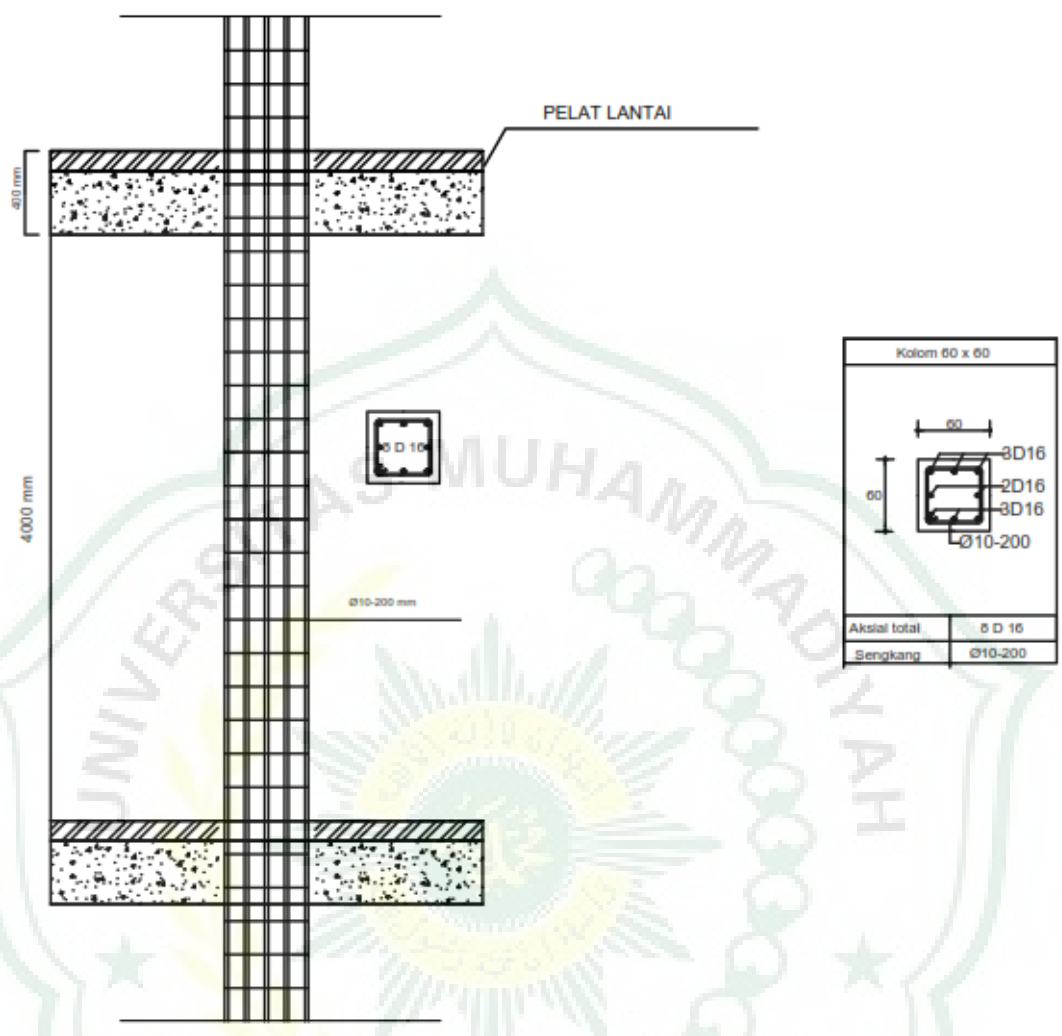




G. DETAIL PENULANGAN KOLOM

Skala : 1:100





G. DETAIL PENULANGAN KOLOM

Skala : 1:100





**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: 14 Agustus 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning  
Catatan Perbaikan : *Coba perbaiki*

*[Handwritten signature and date: 14/8/22]*

Ketua Penguji,

*[Handwritten signature]*

**Masril, S.T., M.T.**  
NIDN. 1005057407

*see map*



**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: 14 Agustus 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning  
Catatan Perbaikan : *Pada bab IV agar diuraikan / dijelaskan mengenai Vuk RTan dari fe. (Bentuk dan berm) ke K (Bentuk dan Tahan berm)*

Penguji,

**Jon Hafnil, S.T., M.T.**  
NIDN. 8916810021

*OR ACC ~~comp~~ jild*

*18/8/22*



**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 SIDANG SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 14 Agustus 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning  
Catatan Perbaikan : .....

ok!!!

ACC Dikid

18/8/22

Sekretaris/Penguji,

**Efan 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: 14 Agustus 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning

Catatan Perbaikan : \* Perbaiki yg terlewat  
\* Judul diperbaiki  
\* Tambah lagi pustaka

AEC jilid

18/8/22

Penguji,

**Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP**  
NIDN. 1016026603



**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: www.u.umb.ac.id Email: fakultateknik@umb.ac.id

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI**

<b>Nama Mahasiswa</b>	: Fajri Hamdani
<b>NIM</b>	: 181000222201042
<b>Program Studi</b>	: Teknik Sipil
<b>Pembimbing I</b>	: MASRIL, S.T., M.T
<b>NIDN</b>	: 1005057407
<b>Judul</b>	: Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing
1.	29/5-22	- BAST - Latar Belakang & Persepsi - Bab II Testi Persepsi di lingkungan	[Signature]
2.		- Bab III Testi Persepsi di lingkungan	
3.		- Bab Persepsi yg di lingkungan - Kuesioner yg di lingkungan	
4.		- Desain Persepsi - Lampiran	
5.	26/6-22	- Cara Kedisiplinan	[Signature]
6.		- Cara tdk. Cara Persepsi	
7.		- Data Sensus	
8.	26/6-22	- Persepsi Daftar Postata	[Signature]
9.		- Gambar Lampiran - Lampiran: Daftar isi	
10.		- Daftar notasi, Daftar gambar - Daftar tabel, Daftar lampiran	

Catatan:

1. Kartu Konsultasi dibuat dua rangkap untuk pembimbing I dan II, dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. \*) Sesuai dengan status pembimbing, sebagai Pembimbing I atau Pembimbing II
3. Datasensus harus bisa dipisahkan

*ACE Sinang Sugianto*  
26/7-22  
Eritalah Sensus Di persepsi  
ACE Lemuru Seminar hasil  
lele Pragati

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil,  
HELGA YERMAJONA, S.Pd., M.T  
NIDN. 1013098502

27/6-22



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)

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: Fajri Hamdani
NIM	: 181000222201042
Program Studi	: Teknik Sipil
Pembimbing I	: ELFANIA BASTIAN, S.T, M.T
NIDN	: 1018118901
Judul	: Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing
1.	16-06-22	Perbaiki Latar Belakang Perbaiki Batasan Masalah Sesuaikan penulisan dengan Format pada pedoman penulisan	
2.	22-06-22	ACC BAB 1-3	
3.	26-06-22	Perbaiki perhitungan Balok Tambahkan hasil SAP 2000 Tambahkan sumber pada tabel	
4.	28-06-22	ACC untuk diseminarkan	
5.	31/7/22	Att Kompro.	
6.	8/7/22	Acc Kompro	
7.	18/08/22	Acc Jilid	
8.			
9.			
10.			

Catatan :

1. Kartu Konsultasi dibuat dua rangkap untuk pembimbing I dan II, dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. \*) Sesuai dengan status pembimbing, sebagai Pembimbing I atau Pembimbing II.
3. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Teknik Sipil,

HELGA YERMADONNA, S.Pd., M.T

NIDN. 1013098502



**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: 06 Juli 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
 NIM : 181000222201042  
 Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning

Catatan Perbaikan :  
 - *Asyarak Di perbaiki* ✓  
 - *Denah Penumpang Blok* ✓  
 - *Denah Perumahan Kolom* ✓  
 - *Situs Jalan Dasar pada Dapur Resto* ✓

*Sumo*  
 26/7/22  
 Ketua Penguji,

**Masril, S.T., M.T.**  
 NIDN. 1005057407

*Ace Sidiyung  
 Ketua Mesyuarat  
 Program*

UMATERA BARA



**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: 06 Juli 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning

Catatan Perbaikan :  
- Perbaiki tumpukan pada Bab 1 (Garis kerangka)  
- Perbaiki peta lokasi dan Peta Rasio  
- Perbaiki Lembar  
- Perbaiki Daftar Pustaka

*Ace Sidang Sarjana* 20/07/2022

Penguji,

*Ngf*  
**Febrimen Herista, S.T., M.T.**  
NIDN. 1001026901



**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: 06 Juli 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning

Catatan Perbaikan :  
- warna peta zona gempa diperjelas.  
- sumber data gempa dari mana?  
- flowchartnya diperbaiki.  
- detail penulangan & detail masing-masing struktur: Dp slope, Dp kolom, Dp Balok.

kp.

Aze sidan  
26/2022  
27  
Penguji.

**DEDDY IRAWAN AN**  
**Yorizat 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 SIDANG SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 14 Agustus 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur Kuning  
Catatan Perbaikan : *Coba perbaiki*

Ketua Penguji,

*see kupa*  
*sihwa 14/8/22*  
*Masril*  
**Masril, S.T., M.T.**  
NIDN. 1005057407



**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: 14 Agustus 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhuwah Tabek Gadang Aur  
Kuning  
Catatan Perbaikan : .....

OK!!!

Acc Dinda

18/8/22 JHS

Sekretaris/Penguji,

**Eflania Bastian, S.T., M.T.**  
NIDN. 1018118901

UMATERA BARA





**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: 14 Agustus 2022

Nama : **Fajri Hamdani**  
NIM : 181000222201042  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Ukhawah Tabek Gadang Aur Kuning

Catatan Perbaikan : \* Perbaiki yg terlewat kei.  
\* Judul diperbaiki  
\* Tambah lagi pustaka

AEC jilid  
18/8/22

Penguji,

**Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP**  
NIDN. 1016026603