

**SKRIPSI**

**PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PESANTREN ABDUL KARIM  
SYUEIB MADRASAH ALIYAH SWASTA TERPADU  
GUGUK RANDAH TABEK SAROJO KECAMATAN IV KOTO  
KABUPATEN AGAM**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat  
Untuk Memperoleh Gelar Serjana Teknik Sipil



**OLEH**

**RAIHAN KHALID LISYA PUTRA**

**181000222201116**

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK**

**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT**

**2022**

HALAMAN PENGESAHAN

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PESANTREN ABDUL KARIM  
SYUEIB MADRASAH ALIYAH SWASTA TERPADU GUGUK RANDAH  
TABEK SAROJO KECAMATAN IV KOTO KABUPATEN AGAM

Oleh

RAIHAN KHALID LISYA PUTRA

181000222201116

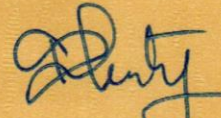
Disetujui Oleh:

Dosen Pembimbing I,



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

Dosen Pembimbing II,



Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng  
NIDN. 1017016901

Dekan Fakultas Teknik  
UM Sumatera Barat



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

Ketua Program Studi Teknik  
Sipil,



Helga Yermadona S.Pd., M.T  
NIDN. 1013098502



## LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah dipertahankan dan disempurnakan berdasarkan masukan dan koreksi Tim Penguji pada ujian tertutup tanggal 13 Agustus 2022 di Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

Bukittinggi, 07 September 2022

Mahasiswa,



Raihan Khalid Lisya Putra  
181000222201116

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 19 Agustus 2022

1. Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP

1.

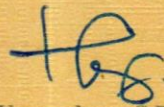


2. Yorizal Putra, S.T., M.T.

1.



Mengetahui,  
Ketua Program Studi  
Teknik Sipil,



Helga Yermadona, S.Pd., M.T.

NIDN. 1013098502

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Raihan Khalid Lisya Putra

NIM : 18.10.002.22201.116

Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Pesantren Abdul Karim Syueib Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randah Tabek Sarajo Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam.

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan 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 Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

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

Bukittinggi, 07 September 2022

Mahasiswa,



RAIHAN KHALID LISYA PUTRA

181000222201116



## ABSTRAK

Pesantren dibangun untuk menjadi lembaga keilmuan yang mencakup seluruh aspek-aspek kehidupan dalam bersosial dan budaya, terutama dalam hal keagamaan yang menjadi tiang utama setiap muslim yang taat. Perkembangan pendidikan keagamaan meningkat cukup signifikan di daerah Kabupaten Agam dan sekitarnya, hal merupakan dampak baik dari animo masyarakat terhadap mutu pendidikan di Pesantren yang terus membaik. Hal ini dapat dilihat dari jumlah anak didik yang terus meningkat sehingga fasilitas dan sarana penunjang kegiatan belajar – mengajar yang nyaman, serta nyaman bagi para murid dan tenaga pengajar sangat dibutuhkan. Penulis membuat perencanaan gedung kelas baru Pesantren Abdul Karim Syueib di Kabupaten Agam, Kecamatan IV Koto Kanagarian Tabek Sarajo untuk memenuhi aspek-aspek tersebut. Pembangunan gedung bertingkat merupakan salah satu cara untuk memenuhi sarana dan prasarana yang dibutuhkan dalam kegiatan belajar mengajar. Dari hasil analisis struktur inilah maka didapatkan penulangan struktur berdasarkan analisis penulis. Hasil yang didapat material yang digunakan baja  $f_y = 420$  Mpa dan mutu beton  $f_c' = 30$  MPa. Untuk penulangan pelat lantai dipakai tulangan untuk arah  $x = \emptyset 13 - 250$ , sedangkan arah  $y = \emptyset 13 - 285$ . Perencanaan kolom memakai mutu baja  $f_y = 420$  Mpa dan mutu beton  $f_c' = 30$  MPa dengan ukuran untuk kolom 1  $60\text{ cm} \times 60\text{ cm}$  dipakai tulangan 22 D13, dan untuk kolom 2  $50\text{ cm} \times 50\text{ cm}$  dipakai tulangan 18 D13. Sedangkan perencanaan balok menggunakan mutu baja  $f_y = 420$  Mpa dan mutu beton  $f_c' = 30$  Mpa dengan ukuran untuk balok induk  $60\text{ cm} \times 35\text{ cm}$  dan balok anak  $40\text{ cm} \times 25\text{ cm}$ .

**Kata Kunci** : Struktur Gedung, Pesantren, Kelas, Penulangan.



## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi penulis yang berjudul “ PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PESANTREN ABDUL KARIM SYUEIB MADRASAH ALIYAH SWASTA TERPADU GUGUK RANDAH TABEK SAROJO KECAMATAN IV KOTO KABUPATEN AGAM ” ini dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu kewajiban yang harus diselesaikan untuk memenuhi sebagian persyaratan akademik untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Sipil di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

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

1. Bapak Masril, S.T, M.T selaku Dekan Fakultas Teknik UMSB
2. Ibu Helga Yermadona, S.Pd, M.T selaku Ketua Prodi Teknik Sipil
3. Bapak Masril, S.T, M.T selaku Dosen Pembimbing 1 Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
4. Ibu Ir.Ana Susanti Yusman, M.Eng selaku Dosen Pembimbing 2 Skripsi yang telah memberikan bimbingan dan banyak memberikan masukan kepada penulis.
5. Bapak / Ibu dosen serta staf pengajar pada Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat (UM SUMBAR).
6. Orang tua, kakak, dan adik serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan moril, doa, dan kasih sayang.
7. Kakak, sahabat dan rekan-rekan Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat atas semangat, kritikan, dan masukan – masukan yang membangun.
8. Semua Pihak yang namanya tidak dapat disebutkan satu persatu.
9. Terimakasih kepada diri sendiri yang tidak lelah berjuang dan selalu bersabar dan tidak menyerah mengerjakan skripsi ini.



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

Bukittinggi, 3 Juli 2022

Penulis



## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	
<b>LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI</b>	
<b>HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI</b>	
<b>ABSTRAK</b>	
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	i
<b>DAFTAR ISI</b> .....	iii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	vi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	vii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	viii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	x
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	2
1.4 Tujuan Penelitian .....	3
1.5 Manfaat Penelitian.....	3
1.6 Sistematika Penulisan.....	3
<b>BAB II LANDASAN TEORI</b> .....	5
2.1 Umum .....	5
2.2 Pembebanan .....	5
2.2.1 Beban Mati .....	5
2.2.2 Beban Hidup.....	6
2.2.3 Beban Gempa .....	9
2.2.4 Kombinasi Pembebanan .....	17
2.3 Perencanaan Analisis Struktur .....	18



2.3.1	Balok.....	18
4.2.2.1	Kapasitas Balok.....	19
4.2.2.2	Rasio Penulangan.....	21
2.3.2	Kolom.....	22
4.2.2.1	Kapasitas Kolom.....	24
4.2.2.2	Kekuatan Desain.....	25
2.3.3	Plat.....	26
2.4	Pondasi.....	28
2.4.1	Penurunan Pondasi.....	30
<b>BAB III METODOLOGI PERENCANAAN.....</b>		<b>31</b>
3.1	Umum.....	31
3.2	Lokasi Perencanaan.....	31
3.3	Data Perencanaan.....	32
3.4	Metode Analisis.....	34
<b>BAB IV Hasil dan Pembahasan.....</b>		<b>36</b>
4.1	Umum.....	36
4.2	Preleminari Struktur.....	36
4.2.1	Material.....	36
4.2.2	Portal.....	36
4.2.2.1	Balok.....	37
4.2.2.2	Kolom.....	42
4.2.3	Plat.....	46
4.3	Pembebanan.....	53
4.3.1	Beban Mati ( <i>Dead Load</i> ).....	53
4.3.2	Beban Hidup ( <i>Live Load</i> ).....	55
4.3.2	Beban Gempa ( <i>Earthquake Load</i> ).....	55
4.4	Input Pemodelan Sap2000 v14.....	59
4.4.1	Input Data Penampang.....	59
4.4.2	Input Beban Pada Plat.....	60
4.4.3	Input Beban Pada Balok.....	60
4.4.4	Input Beban Gempa.....	61

4.4.5 Output Pemodelan Sap 2000 v14 .....	61
4.4.6 Rekap Hasil Output Sap 2000 v14 .....	62
4.5 Perhitungan Penulangan .....	62
4.5.1 Penulangan Balok.....	63
4.5.2 Penulangan Kolom .....	85
4.5.2 Plat.....	94
4.6 Pondasi .....	115
 BAB V PENUTUP.....	 118
5.1 Kesimpulan .....	118
5.2 Saran.....	119
DAFTAR PUSTAKA.....	120
LAMPIRAN.....	121





## DAFTAR TABEL

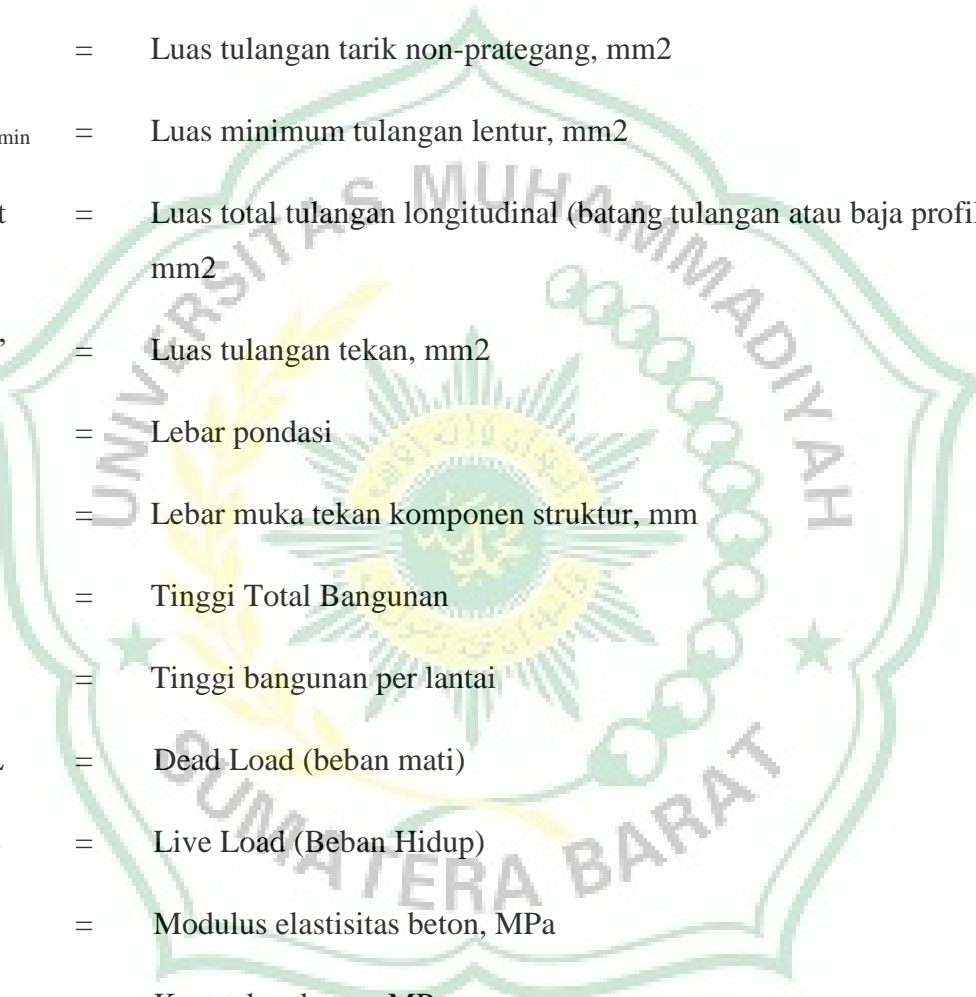
Tabel 2.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung.....	6
Tabel 2.2 Koefisien Reduksi Beban Hidup.....	7
Tabel 2.3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung.....	8
Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gedung .....	9
Tabel 2.5 Klasifikasi Situs .....	10
Tabel 2.6 Koefisien Situs, $c$ .....	13
Tabel 2.7 Koefisien Situs, $F_v$ .....	13
Tabel 2.8 Koefisien Situs, $F_a$ .....	16
Tabel 2.9 Koefisien Situs, $F_v$ .....	16
Tabel 4.1 Data Prelim Balok.....	37
Tabel 4.2 Data Prelim Balok Anak .....	39
Tabel 4.3 Pembebanan Kolom Lt 3.....	42
Tabel 4.4 Pembebanan Kolom Lt 2.....	44
Tabel 4.5 Pembebanan Kolom Lt 1.....	45
Tabel 4.6 Rekap Perhitungan Preliminari Dimensi Struktur .....	59
Tabel 4.7 Koefisien Momen Plat .....	96
Tabel 4.8 <i>Output</i> data beban pondasi.....	115
Tabel 4.9 Data Sondir .....	115
Tabel 5.1 Rekap penulangan Balok .....	118
Tabel 5.2 Rekap penulangan Kolom.....	118
Tabel 5.3 Rekap penulangan Plat.....	119

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Parameter Pergerakan Tanah Ss.....	15
Gambar 2.2 Parameter Pergerakan Tanah Si .....	15
Gambar 2.3 Spektrum Respons Desain.....	17
Gambar 2.4 Penampang Balok.....	21
Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan Gedung Pesantren Abdul Syueib .....	31
Gambar 3.2 <i>Preliminary Design</i> Gedung Lantai 1,2 dan3.....	33
Gambar 3.3 <i>Site Plan</i> .....	34
Gambar 3.4 Bagan Alir Perencanaan .....	35
Gambar 4.1 Dimensi Balok.....	37
Gambar 4.3 Dimensi Plat .....	47
Gambar 4.4 Plat Tepi Konstruksi.....	48
Gambar 4.5 Plat Lantai.....	50
Gambar 4.6 Respon Spektrum Indonesia.....	55
Gambar 4.7 Grid gedung sap .....	59
Gambar 4.8 Input beban Pada Plat.....	60
Gambar 4.9 Input beban Pada Balok.....	60
Gambar 4.10 Input beban Gempa .....	61
Gambar 4.11 Hasil pengecekan desain struktur.....	61
Gambar 4.12 Hasil running SAP 2000 v14.....	62
Gambar 4.13 Lokasi Plat Yang Ditinjau .....	94
Gambar 4.14 Momen Pada Plat.....	94



## DAFTAR NOTASI



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

R	=	Faktor Reduksi gempa
Mu	=	Momen terfaktor pada penampang, N-mm
Pu	=	Beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan $\leq \phi P_n$
qD	=	Quantitas Beban Mati
qL	=	Quantitas Beban Hidup
T	=	Waktu getar alami struktur.
V	=	Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana.
Vu	=	Gaya geser terfaktor pada penampang, N
Wi	=	Berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai.
wu	=	Beban terfaktor per unit panjang dari balok atau per unit luas pelat
Wt	=	Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai
$\mu$	=	Faktor daktilitas struktur gedung.
$\beta$	=	Faktor yang didefinisikan
$\rho$	=	Rasio tulangan tarik non-prategang
$\rho'$	=	Rasio tulangan tekan non-prategang
D	=	Diameter Tulangan ulir
$\emptyset$	=	Diameter tulangan
$\Psi$	=	Koefisien nilai untuk wilayah gempa
$\pi$	=	Nilai phi (3,14 atau 22/7)

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumen Autocad



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pendidikan Pesantren merupakan salah satu sarana dakwah dan keilmuan, yang menjadi salah satu bukti sejarah perkembangan agama islam di Indonesia. Pesantren dibangun untuk menjadi lembaga keilmuan yang mencakup seluruh aspek-aspek kehidupan dalam bersosial dan budaya, terutama dalam hal keagamaan yang menjadi tiang utama setiap muslim yang taat.

Perkembangan pendidikan keagamaan meningkat cukup signifikan di daerah Kabupaten Agam dan sekitarnya, hal merupakan dampak baik dari animo masyarakat terhadap mutu pendidikan di Pesantren yang terus membaik. Hal ini dapat dilihat dari jumlah anak didik yang terus meningkat sehingga fasilitas dan sarana penunjang kegiatan belajar –mengajar yang nyaman, serta nyaman bagi para murid dan tenaga pengajar sangat dibutuhkan.

Penulis membuat perencanaan gedung kelas baru Pesantren Abdul Karim Syueib di Kabupaten Agam ,Kecamatan IV Koto Kanagarian Tabek Sarajo untuk memenuhi aspek-aspek tersebut. Pembangunan gedung bertingkat merupakan salah satu cara untuk memenuhi sarana dan prasarana yang dibutuhkan dalam kegiatan belajar mengajar, selain itu sempitnya lahan pada pembangunan gedung membuat kebanyakan gedung menggunakan konsep bentang tinggi untuk memaksimalkan pemanfaatan lahan tak terkecuali pada pembangunan gedung kelas tanpa mengurangi aspek efisiensi dan keamanan.

Bangunan gedung dalam perencanaannya disusun oleh kombinasi kolom dan balok sehingga menjadi satu kesatuan yang saling mengikat mengikat sehingga menjadi satu kesatuan kerangka struktur.

Kolom merupakan batang tekan vertikal dari suatu struktur yang memikul beban dari balok dalam hal ini kolom memegang peranan penting yaitu sebagai



suatu elemen struktur tekan dari suatu konstruksi, sedangkan balok merupakan batang horizontal yang memikul beban dari plat yang ada.

Lokasi perencanaan gedung bertingkat yang merupakan wilayah gempa, sehingga dibutuhkan struktur gedung yang sesuai dengan SNI sehingga dapat menahan beban gempa.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Mengacu pada latar belakang diatas, maka permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana merencanakan struktur gedung kelas dengan bentang lebar ?
2. Bagaimana menerapkan peraturan perencanaan gedung sesuai dengan aturan SNI yang berlaku.?
3. Bagaimana menerapkan peraturan perencanaan gedung sesuai dengan wilayah gempanya?
4. Bagaimana pemodelan dan analisa struktur dengan menggunakan software SAP 2000 V.14?
5. Bagaimana menuangkan hasil perencanaan dan perhitungan dalam bentuk gambar teknik dengan software AutoCAD 2010 ?

## **1.3 Batasan Masalah**

Dalam penelitian ini akan dilakukan beberapa batasan masalah agar pembahasan lebih terarah yaitu sebagai berikut:

1. Struktur yang akan dianalisis hanya plat kolom dan balok
2. Perancangan struktur utama yang meliputi pendimensionian dan penulangan.
3. Peraturan yang digunakan adalah persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung sesuai SNI 2847:2019, tata cara perencanaan

ketahanan gempa untuk struktural bangunan gedung, dan peraturan pembebanan sesuai PPPURG 1987

4. Struktur gedung dimodelkan dan dianalisis menggunakan bantuan program SAP 2000 V.14

#### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk menentukan dimensi struktur gedung kelas Pesantren, yang di antaranya kolom, balok, plat serta pondasi sesuai peraturan SNI.
2. Merencanakan sistem penulangan yang baik dan sesuai perhitungan desain.

#### **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai acuan dalam perencanaan serta mendesain untuk pembangunan gedung kelas pesantren Abdul Karim Syueib Guguk Randah di masa yang akan datang.
2. Untuk menambah wawasan dan ilmu pengetahuan tentang perkuatan struktur yang tahan terhadap gempa.

#### **1.6 Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan dalam tugas akhir ini disusun per bab, pada setiap bab terdiri dari beberapa bagian yang diuraikan secara rinci. Sistematika penulisan pada masing-masing bab adalah sebagai berikut:

### **BAB I : PENDAHULUAN**

Pada bab ini dibahas tentang latar belakang penelitian, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, metodologi penelitian serta sistematika penulisan dalam tugas akhir yang digunakan.

**BAB II :TINJAUAN PUSTAKA**

Pada bab ini dibahas tentang uraian dari literatur atau referensi yang menjadi acuan dalam penulisan tugas akhir.

**BAB III :METODOLOGI PENELITIAN**

Pada bab ini dibahas tentang tahapan-tahapan penelitian serta metode analisis data yang digunakan dalam menyelesaikan tugas akhir.

**BAB IV :HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada bab ini berisikan pembahasan tentang analisis data dari hasil penelitian dan hasil perhitungan.

**BAB V :KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisikan kesimpulan dan saran yang diperoleh dari bab-bab sebelumnya.

**LAMPIRAN**

**DAFTAR PUSTAKA**



## BAB II

### LANDASAN TEORI

#### 2.1 Umum

Kontrol kualitas dalam desain bertujuan membuktikan bahwa sistem desain mempunyai keamanan, *serviceability*, dan keawetan. Juga diharapkan memenuhi persyaratan dari peraturan yang ada dan desain tersebut disajikan dengan benar pada gambar kerja dan spesifikasinya. Derajat kontrol kualitas bergantung pada jenis struktur yang akan dibuat: semakin rumit sistem struktur tersebut, semakin diperlukan kontrol kualitasnya.

Struktur bangunan pada umumnya terdiri dari struktur bawah (*Lower structure*) dan struktur atas (*Upper structure*). Struktur bawah (*Lower structure*) yang dimaksud adalah pondasi dan struktur bangunan yang berada di bawah permukaan tanah, sedangkan yang dimaksud dengan struktur atas (*Upper structure*) adalah struktur bangunan yang berada di atas permukaan tanah seperti kolom, balok, dan plat. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur (Hariono).

Pada suatu konstruksi gedung, kolom berfungsi sebagai pendukung beban beban dari balok dan plat, untuk diteruskan ke tanah dasar melalui Pondasi. Beban dari balok dan plat ini berupa beban aksial tekan serta momen lentur (akibat kontinuitas konstruksi). Oleh karena itu dapat didefinisikan, kolom ialah suatu struktur yang mendukung beban aksial dengan/tanpa momen lentur (Asroni 2010).

#### 2.2 Pembebanan

Beban-beban yang bekerja pada struktur gedung adalah sebagai berikut:

##### 2.2.1 Beban Mati

Menurut PPPURG 1987, beban mati ialah berat dari semua bagian dari suatu gedung yang bersifat tetap, termasuk segala unsur tambahan, penyelesaian-



penyelesaian, mesin-mesin serta peralatan tetap yang merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung itu.

Tabel 2.1 Berat Sendiri Bahan Bangunan dan Komponen Gedung

BAHAN BANGUNAN	kg
Baja	7.850
Batu Alam	2.600
Batu belah, batu bulat, batu gunung ( berat tumpuk )	1.500
Batu karang ( berat tumpuk )	700
Batu pecah	1.450
Besi tuang	7.250
Beton <sup>(1)</sup>	2.200
Beton bertulang <sup>(2)</sup>	2400
Kayu (Kelas I) <sup>(3)</sup>	1.000
Kerikil, koral (kering udara sampai lembap, tanpa diayak)	1.650
Pasangan bata merah	1.700
Pasangan batu belah, batu belat, batu gunung	2.200
Pasangan batu cetak	2.200
Pasangan batu karang	1.450
Pasir (kering udara sampai lembap)	1.600
Pasir (jenuh air)	1.800
Pasir kerikil, koral (kering udara sampai lembap)	1.850
Tanah, lempung dan lanau (kering udara sampai lembap)	1.700
Tanah, lempung dan lanau (basah)	2.000
Tanah hitam (timbel)	11.400

Sumber: PPPURG, 1987

### 2.2.2 Beban Hidup

Menurut PPPURG 1987, beban hidup ialah semua beban yang terjadi akibat penghunian atau pengguna suatu gedung, dan kedalamnya termasuk beban-beban pada lantai yang berasal dari barang-barang yang dapat berpindah, mesin-mesin

serta peralatan yang tidak merupakan bagian yang tak terpisahkan dari gedung dan dapat diganti selama masa hidup dari gedung itu, sehingga mengakibatkan perubahan dalam pembebanan lantai dan atap tersebut. Khusus untuk atap beban hidup berasal dari air hujan, dan untuk beban angin, beban gempa dan beban khusus tidak termasuk beban hidup.

Tabel 2.2 Koefisien Reduksi Beban Hidup

Penggunaan gedung	Koefisien reduksi beban hidup	
	Untuk perencanaan balok induk dan portal	Untuk peninjauan gempa
Perumahan/penghunian :		
- Rumah tinggal, asrama, hotel, rumah sakit	0,75	0,30
Pendidikan :		
- Sekolah, ruang kuliah	0,90	0,50
Pertemuan umum		
- Masjid, gereja, bioskop, restoran, ruang dansa, ruang pagelaran	0,90	0,50
Kantor :		
- Kantor, bank	0,60	0,30
Perdagangan :		
- Toko, toserba, pasar	0,80	0,80
Penyimpanan :		
- Gudang, perpustakaan, ruang arsip industry	0,80	0,80

Sumber: PPPURG, 1987

Tabel 2.3 Beban Hidup Pada Lantai Gedung

Jenis	Kg/m <sup>2</sup>
Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut dalam b	200
Lantai dan tangga sederhana rumah tinggal dan gudang yang tidak penting yang bukan untuk took, pabrik atau bengkel	125
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, rumah sakit	250
Lantai ruang olahraga	400
Lantai ruang dansa	500
Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain, daripada yang disebut dalam a sampai e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruanf rapat, bioskop dan panggung penonton	400
Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap atau untuk penonton berdiri	500
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam c	300
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam d,e,g	500
Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus diencanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri	400
Lantai gedung parker bertingkat <ul style="list-style-type: none"> <li>- untuk lantai bawah</li> <li>- untuk lantai tingkat lainnya</li> </ul>	800 400
Balokn-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300

Sumber: PPPURG, 1987

### 2.2.3 Beban Gempa

Menurut PPPURG, 1987 beban gempa ialah semua beban static ekuivalen yang bekerja pada gedung atau bagian gedung yang menirukan pengaruh dari gerakan tanah akibat gempa itu. Dalam hal pengaruh gempa pada struktur gedung ditentukan berdasarkan suatu analisa dinamik, maka yang diartikan dengan beban gempa disini adalah gaya-gaya didalamstruktur tersebut tang terjadi oleh gerakan tanah akibat gempa

#### 1. Wilayah gempa dan spektrum *respons*

##### a. Parameter percepatan gempa

Berdasarkan SNI 1726-2019 Tata Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Pasal 6.1.

##### 1) Paameter Kecepatan Teretaka

Peremeter (percepatan batuan dasar pada periode pendek) dan (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spectral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 14 dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun (, 2 persen dalam 50 tahun), dan dinyatakan dalam blangan desimal terhadap percepatan gravitasi. Bila 0,04 g dan 0,15 g, maka struktur bangunan boleh dimasukkan kedalam kategori desain seismik A, dan cukup memenuhi persyaratan dalam pasal 6.6.

Tabel 2.4 Faktor Keutamaan Gedung

Kategori risiko	Faktor keutamaan gempa,
I atau II	1,0
III	1,25
IV	1,5

Sumber: SNI 1726:2019



## 2) Kelas Situs

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasikan sebagai kelas situs SA, SB, SC, SE, atau SF yang mengikuti 5.3. bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bias ditentukan kelas situsnya, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika pemerintah/dinas yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs SF.

Tabel 2.5 Klasifikasi Situs

Kelas Situs	(m/detik)	atau	(kPa)
SA (batuan keras)	>1500	N/A	N/A
SB (batuan)	750 sampai 1500	N/A	N/A
SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak)	350 sampai 750	>50	$\geq 100$
SD (tanah sedang)	175 sampai 350	15 sampai 50	50 sampai 100
SE (Tanah lunak)	< 175	< 15	< 50
	Atau setiap profil tanah yang mengandung lebih dari 3 m tanah dengan karakteristik sebagai berikut : <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Indeks plastisitas, <math>PI &gt; 20</math></li> <li>2. Kadar air, <math>w \geq 40 \%</math></li> <li>3. Kuat geser niralir <math>&lt; 25 \text{ kPa}</math></li> </ol>		

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

Sumber : SNI 1726:2019

## 2. Wilayah gempa dan spektrum respon

- a. Parameter percepatan gempa Berdasarkan SNI 1726-2019 Tata Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung. Pasal 6.1.

### 1) Parameter Kecepatan Terpetakan

Peremeter (percepatan pada periode pendek) dan (percepatan batuan dasar pada periode 1 detik) harus ditetapkan masing-masing dari respons spectral percepatan 0,2 detik dan 1 detik dalam peta gerak tanah seismik pada pasal 14 dengan kemungkinan 2 persen terlampaui dalam 50 tahun ,dan dinyatakan dalam blangan desimal terhadap percepatan gravitasi.

Bila 0,04 g dan 0,15 g, maka struktur bangunan boleh dimasukkan kedalam kategori desain seismik A, dan cukup memenuhi persyaratan dalam pasal 6.6.

### 2) Kelas situs

Berdasarkan sifat-sifat tanah pada situs, maka situs harus diklasifikasikan sebagai kelas situs SA, SB, SC, SE, atau SF yang

mengikuti pasal 5.3. bila sifat-sifat tanah tidak teridentifikasi secara jelas sehingga tidak bias ditentukan kelas situs, maka kelas situs SE dapat digunakan kecuali jika pemerintah/dinas yang berwenang memiliki data geoteknik yang dapat menentukan kelas situs SF.

- b. Koefisien-koefisien situs dan parameter-parameter respons spektral percepatan gempa maksimum yang dipertimbangkan risiko-tertarget Berdasarkan SNI 1726-2019 Tata Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung pasal 6.2 bahwa untuk penentuan respons spektral percepatan gempa di permukaan tanah, diperlukan suatu faktor amplifikasi seismik pada perioda 0,2 detik dan perioda 1 detik. Faktor amplifikasi meliputi faktor amplifikasi getaran terkait percepatan pada getaran perioda pendek ( $F_a$ ) dan faktor amplifikasi terkait percepatan yang mewakili getaran perioda 1 detik ( $F_v$ ). Parameter spektrum respons percepatan pada perioda pendek ( $S_{MS}$ ). dan perioda 1 detik harus antaan) yang disesuaikan dengan pengaruh klasifikasi situs, harus ditentukan dengan persamaan 2.1 dan persamaan 2.2.

$$S_{MS} = F \cdot S_s \dots \dots \dots (2.1)$$

$$S_{MS1} = F_v \cdot S1 \dots \dots \dots (2.2)$$

Dimana :

$S_s$  = S Parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan untuk perioda pendek;

$S1$  = Parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan untuk perioda 1,0 detik.

Dan koefisien situs dan mengikuti tabel 2.6 dan tabel 2.7. Jika digunakan prosedur desain sesuai dengan pasal 8, maka nilai harus ditentukan sesuai 8.8.1 serta nilai dan tidak perlu ditentukan.

Tabel 2.6 Koefisien Situs,  $c$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa $F_a$ terpetakan pada periode pendek, $T=0.2$ detik.					
	0,25	= 0,5	= 0,75	= 1,0	= 1,25	1,5
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF						

Sumber : SNI 1726:2019

Tabel 2.7 Koefisien Situs,  $F_v$

Kelas Situs	Parameter respons spektral percepatan gempa terpetakan pada periode pendek, $T=1$ detik.					
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,6	1,5	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,5	2,0
SF						

Sumber : SNI 1726:2019

b. Parameter percepatan spektral desain

Berdasarkan SNI 1726-2019 Tata Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung pasal 6.3 bahwa parameter percepatan spectral desain untuk periode,  $S_{Ds}$  dan pada periode 1 detik,  $S_{D1}$ , harus ditentukan melalui persamaan 2.3 dan persamaan 2.4.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} \cdot S_{MS} \dots\dots\dots(2.3)$$

$$S_{DI} = \frac{2}{3} \cdot S_{M1} \dots\dots\dots(2.4)$$

dimana:

$S_{DS}$  = parameter percepatan respon spektral pada periode pendek, redaman 5%

$S_{DI}$  = parameter percepatan respon spektral pada periode 1 detik, redaman 5%

b. Spektrum respons desain

Berdasarkan SNI 1726-2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, pasal 6.4 bahwa bila spektrum respons desain diperlukan oleh tata cara ini dan prosedur gerak tanah dari spesifik-situs tidak digunakan, maka kurva spektrum respons desain harus dikembangkan dengan mengacu Gambar 2.1 dan mengikuti ketentuan di bawah ini :

- 1) Untuk periode yang lebih kecil dari  $T_0$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , harus diambil dari persamaan 2.5.

$$S_a = S_{DS} (0,4 + 0,6 \frac{T}{T_0}) \dots\dots\dots(2.5)$$

- 2) Untuk periode lebih besar dari atau sama dengan  $T_0$  dan lebih kecil dari atau sama dengan  $T_s$ , spektrum respons percepatan desain,  $S_a$ , sama dengan  $S_{DS}$ ;
- 3) Untuk periode lebih besar dari  $T_s$  tetapi lebih kecil dari atau sama dengan  $T_L$ , respons spektral percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan 2.6.

$$S_a = \frac{S_{DS}}{T} \dots\dots\dots(2.6)$$

- 4) Untuk periode lebih besar dari  $T_L$ , respons spektral percepatan desain,  $S_a$ , diambil berdasarkan persamaan 2.7.

$$S_a = \frac{S_{D1.TL}}{T^2} \dots\dots\dots(2.7)$$

dimana:

$T$  = Periode getar fundamental struktur

Nilai periode getar fundamental gedung yang di desain dapat dihitung berdasarkan persamaan 2.8 dan persamaan 2.9

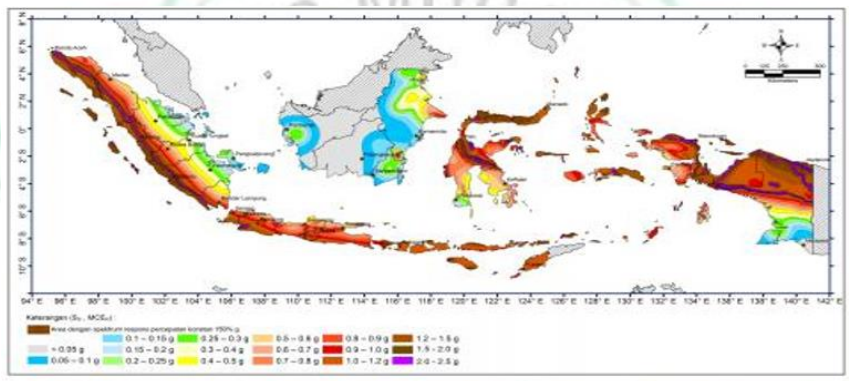


$$T_0 = 0,2 \frac{SD1}{SDS} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$T_0 = \frac{SD1}{SDS} \dots\dots\dots(2.9)$$

Analisa struktur dengan analisa respon spectrum dilakukan dengan langkah sebagai berikut:

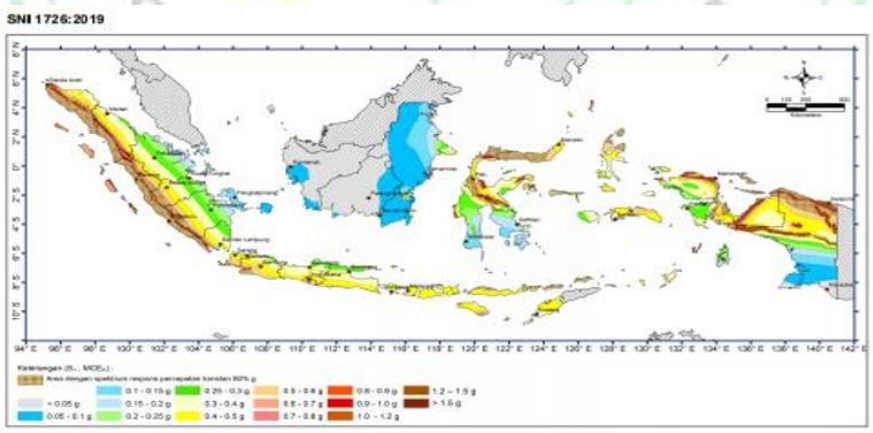
1. Menentukan kategori resiko bangunan sesuai dengan fungsi gedung.
2. Menentukan data-data respon percepatan yaitu parameter pergerakan tanah  $S_s$  dan parameter gerakan tanah  $S_1$ .



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

Sumber: SNI 1726, 2019

Gambar 2.1 Parameter Pergerakan Tanah  $S_s$



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

Sumber: SNI 1726, 2019

Gambar 2.2 Parameter Pergerakan Tanah  $S_1$

Dari peta gempa maka akan didapatkan kisaran nilai  $S_s$  dan  $S_1$  dan asumsi diambil nilai terbesar dari kisaran nilai tersebut.

3. Menentukan kelas lokasi.

Setelah mendapatkan nilai  $S_s$  dan  $S_1$  maka diarahkan untuk menentukan jenis tanah yang digunakan untuk mendapatkan nilai koefisien  $F_a$ .

Tabel 2.8 Koefisien Situs  $F_a$

Kelas situs	Parameter respons spektral gempa maksimum yang dipertimbangkan resiko-tertarget ( $MCE_R$ ) terpetakan perioda pendek $T=0,2$ detik, $S_s$					
	$S_s \leq 0,25$	$S_s = 0,5$	$S_s = 0,75$	$S_s = 1,0$	$S_s = 1,25$	$S_s \geq 1,5$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9
SC	1,3	1,3	1,2	1,2	1,2	1,2
SD	1,6	1,4	1,2	1,1	1,0	1,0
SE	2,4	1,7	1,3	1,1	0,9	0,8
SF	$SS^{(a)}$					

Sumber: SNI 1726, 2019

Tabel 2.9 Koefisien Situs  $F_v$

Kelas situs	Parameter respons spektral gempa ( $MCE_R$ ) terpetakan perioda pendek $T=1$ detik, $S_1$					
	$S_1 \leq 0,1$	$S_1 = 0,2$	$S_1 = 0,3$	$S_1 = 0,4$	$S_1 = 0,5$	$S_1 \geq 0,6$
SA	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
SB	0,8	0,8	0,8	0,8	1,0	0,8
SC	1,5	1,5	1,5	1,5	1,3	1,4
SD	2,4	2,2	2,0	1,6	1,5	1,7
SE	4,2	3,3	2,8	2,4	2,5	2,0
SF	$SS^{(a)}$					

Sumber: SNI 1726, 2019

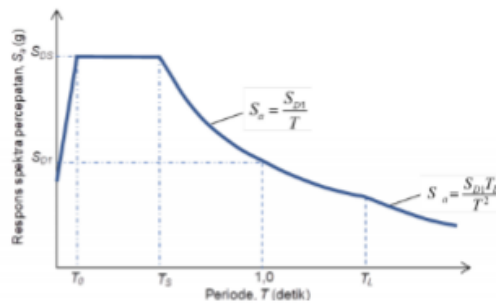
- a. Menentukan parameter spectrum respon percepatan pada periode pendek ( $S_{ms}$ )
- b. Menentukan parameter spectrum respon percepatan pada periode 1 detik ( $S_{m1}$ ).

4. Menentukan Parameter Percepatan Spectral Desain

Menentukan nilai parameter percepatan respon spectral pada periode pendek ( $S_{DS}$ ) dan parameter percepatan respon spectral pada periode 1 detik ( $S_{D1}$ )

1. Menentukan periode getar fundamental
2. Menentukan data grafik respon spectrum desain

Setelah mendapatkan nilai periode getar fundamental maka langkah selanjutnya yaitu menentukan spectrum respons percepatan desain  $S_a$  yang lebih kecil dari periode  $T_0$



Sumber: SNI 1726, 2019

Gambar 2.3 Spektrum Respons Desain

**2.2.4 Kombinasi Pembebanan**

Berdasarkan SNI 1727-2013 tentang beban minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain pasal 2.3.2 bahwa kombinasi pembebanan yang digunakan sesuai dengan persamaan 2.10 sampai dengan persamaan 2.16.

1.  $1,4 D$  ..... (2.10)
2.  $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$  ..... (2.11)

3.  $1,2 D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5 W)$  .....(2.12)
4.  $1,2 D \pm 1,0 W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$  ..... (2.13)
5.  $1,2 D \pm 1,0 E + L$  ..... (2.14)
6.  $0,9 D \pm 1,0 W$  ..... (2.15)
7.  $0,9 D \pm 1,0 E$  .....(2.16)

dimana:

D = Pengaruh dari beban mati

L = Pengaruh dari beban hidup yang ditimbulkan oleh penggunaan gedung

Lr = Beban hidup yang diakibatkan oleh pembebanan atap

E = Pengaruh dari beban gempa

W = Pengaruh dari beban angin.

R = Beban hujan

S = Beban salju

## 2.3 Perencanaan Analisis Struktur

### 2.3.1 Balok

Menurut Nawy (1998) balok adalah elemen struktur yang menyalurkan beban-beban dari plat lantai ke penyangga yang vertikal. Balok merupakan elemen struktur yang didesain untuk menahan gaya-gaya yang bekerja secara transversal terhadap sumbunya sehingga mengakibatkan terjadinya momen lentur dan geser sepanjang bentang.

Balok merupakan bagian struktur bangunan yang penting dan bertujuan untuk memikul beban lentur, geser, maupun torsi. Balok berfungsi sebagai pendukung beban vertikal dan horisontal. Beban vertikal berupa beban mati dan beban hidup yang diterima plat lantai, berat sendiri balok dan berat dinding penyekat yang di atasnya. Sedangkan beban horisontal berupa beban angin dan gempa.

### 2.3.1.1 Kapasitas Balok

Perhitungan nilai kapasitas momen yang bekerja pada balok dan kolom,serta melakukan perhitungan terhadap gaya aksial dalam perencanaan penulis menggunakan Program bantuan software SAP 2000 v14 untuk mempermudah penulisan

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

Berdasarkan  $h$  yang diketahui, maka diperkirakan  $d$  dengan menggunakan hubungan  $d=h-80\text{ mm}$ , dan kemudian hitunglah  $k$  menggunakan persamaan 2.17 :

$$K = \frac{M_u}{\phi b d^2} \dots\dots\dots(2.17)$$

Dimana :

- $K$  = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan
- $M_u$  = Momen terfaktor
- $\phi$  = Faktor reduksi kekuatan
- $b$  = Lebar (m)
- $d$  = Tinggi efektif (m)

Untuk resultan gaya tekan beton dapat ditulis dengan persamaan 2.18.

$$C_c = 0,85 \cdot F'_{c.a.b} \dots\dots\dots(2.18)$$

Dengan  $a$  = kedalaman tegangan tekan persegi ekuivalen (mm) Untuk syarat keseimbangan gaya horizontal dicari dengan persamaan 2.19.

$$C_c = T_s \dots\dots\dots(2.19)$$

Untuk mencari kedalaman tegangan tekan persegi ekuivalen ditulis sesuai dengan persamaan 2.20.

$$\alpha = \frac{A_s \cdot f_y}{0,85 \cdot f'_{c.b}} \dots\dots\dots(2.20)$$



Dengan mendefinisikan rasio tulangan tarik terhadap penampang efektif ditulis dengan persamaan 2.28.

$$\rho = \frac{A_s}{b.d} \dots\dots\dots (2.20)$$

Untuk  $f'c \leq 30$  MPa nilai  $\beta = 0,85$  dan untuk  $f'c > 30$  MPa , nilai  $\beta$  dicari dengan persamaan 2.21.

$$\beta = 0,85 - [0,001(f'c - 30)] \dots\dots\dots (2.22)$$

Pasangan kopel gaya tarik tulangan  $T_s$  dan gaya tekan beton  $C_c$  dapat memberikan kekuatan lentur nominal (momen dalam) ditulis dengan persamaan 2.23 dan 2.34

$$M_n = (T_s (d - \left(\frac{a}{2}\right))) \dots\dots\dots (2.23)$$

Atau

$$M_n = (C_c (d - \left(\frac{a}{2}\right))) \dots\dots\dots (2.24)$$

Sehingga momen nominal yang didapat dapat ditulis sesuai dengan persamaan 2.25.

$$M_n = \rho . f_y . \left(1 - 0,59 . \rho \left(\frac{f_y}{f'c}\right)\right) . b . d^2 \dots\dots\dots (2.26)$$

Dengan mendefinisikan koefisien lawan dapat ditulis sesuai dengan persamaan 2.27

$$R_n = \rho . f_y . \left(1 - 0,59 . \rho \left(\frac{f_y}{f'c}\right)\right) \dots\dots\dots (2.27)$$

Sehingga rumus 2.39 dapat berubah menjadi rumus sesuai dengan persamaan 2.28 dan 2.29.

$$M_n = R_n . b . d^2 \dots\dots\dots (2.28)$$

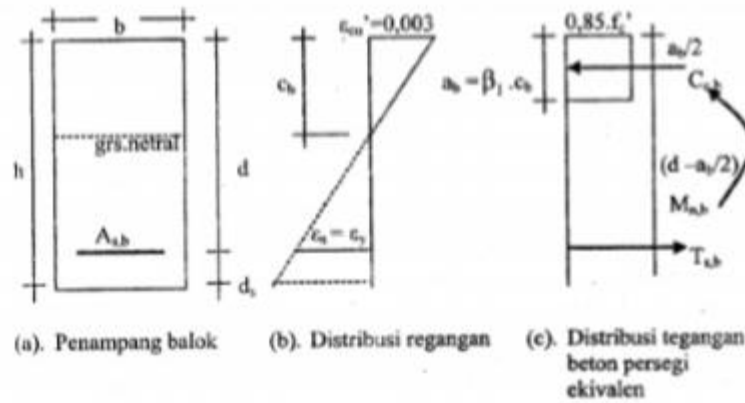
Atau

$$R_n = \frac{M_n}{b.d^2} \dots\dots\dots (2.29)$$

Dengan menetapkan besarnya rasio tulangan tarik diantara ambang batas minimum dan maksimum yang disyaratkan yaitu sesuai dengan persamaan 2.30

$$\rho \geq \rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} \text{ dan } \rho \leq \rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b \dots\dots\dots(2.30)$$

$$\rho_b = \beta \left( \frac{0,85 \cdot f'_c}{f_y} \right) \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (2.31)$$



Sumber: Asroni, 2010

Gambar 2.4 Penampang Balok

### 2.3.1.2 Rasio Penulangan

Beton bertulang direncanakan mengalami keruntuhan tarik secara perlahan dan bertahap. Hal tersebut dimungkinkan apabila tulangan beton terlebih dahulu meleleh sebelum regangan beton mencapai maksimum (under-reinforced). Dengan dasar perencanaan tersebut, SK-SNI-T-15-1991-03 pasal 3.3.3 membatasi jumlah tulangan tersebut berkaitan dengan rasio penulangan ( $p$ ). Sedangkan arti ratio penulangan adalah perbandingan antara jumlah luas penampang tulangan baja tarik terhadap luas efektif penampang  $p = \frac{A_s}{b \cdot d}$  pembatasan dimaksud dalam SK SNI-T-15-1991-03 pasal 3.3.3 adalah rasio penulangan maksimum yang di ijinakan, dibatas sebesar 0,75 kali rasio penulangan keadaan seimbang ( $p_b$ ),  $p_{maks} = 0,75 \cdot p_b$  sedangkan rasio tulangan seimbang ( $p_b$ ) menurut SK-SNI-T15-1991-03 pasal 3.1.4 ayat 3 adalah sebesar sesuai dengan persamaan 2.32.

$$p_b = 0,85 \cdot \beta_1 \cdot \frac{f'_c \cdot 600}{f_y \cdot (600 + f_y)} \dots\dots\dots(2.32)$$

Dan rasio penulangan minimum menurut SK-SNI-T-15-1991-03 pasal 3.3.5 ayat 1 adalah sebesar sesuai dengan persamaan 2.33.

$$P_{min} = \frac{1.4}{f_y} \dots\dots\dots(2.33)$$

Untuk mencari rasio penulangan ( $p$ ) luas tulangan suatu penampang beton bertulang dapat digunakan rumus sesuai dengan persamaan 2.34.

$$P_{perlu} = \frac{0.85 \cdot f'_c}{f_y} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 M_n}{0.85 \cdot f'_c \cdot b \cdot d^2}} \right) \dots\dots\dots(2.34)$$

Untuk komponen-komponen struktur yang menahan geser dan lentur, memberikan kapasitas kemampuan beton untuk menahan gaya geser adalah  $V_c$  yang dapat ditentukan dengan persamaan berikut:

$$V_c = \left( \sqrt{\frac{f_u}{6}} \right) b_w d \dots\dots\dots(2.35)$$

$M_u$  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:

$$\frac{V_u}{M_u} \leq 1,0 \dots\dots\dots(2.36)$$

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

$$A_s = \frac{A_s f_y d}{s} \dots\dots\dots(2.37).$$

### 2.3.2 Kolom

Menurut Sudarmako (1996), kolom adalah batang tekan vertikal dari rangka struktur yang memikul beban balok. Kolom merupakan suatu elemen struktur tekan yang memegang peranan penting dari suatu bangunan, sehingga keruntuhan pada suatu kolom merupakan lokasi kritis yang dapat menyebabkan runtuhnya

lantai yang bersangkutan dan juga runtuh total seluruh struktur. Menurut SNI 2847:2013 ialah komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melampaui 3 yang digunakan terutama untuk menumpu beban tekan aksial.

Kolom berfungsi sebagai penerus beban pada seluruh bangunan ke pondasi. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), beban angin serta menahan beban gempa. SK SNI T-15-1991-03 menjelaskan bahwa kolom merupakan suatu struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

Batasan dimensi harus memenuhi persyaratan berikut sesuai SNI 2847-2019 berikut.

1. Dimensi penampang terkecil, diukur pada garis lurus yang melalui pusat geometri, tidak kurang dari 300 mm.
2. Rasio dimensi penampang terkecil terhadap dimensi tegak lurus nya tidak kurang dari 0,4.

Kekuatan momen lentur harus memenuhi persyaratan berikut.

1. Kolom-kolom harus memenuhi pasal 18.7.3.2 atau 18.7.3.3.
2. Kekuatan lentur kolom harus memenuhi persamaan 2.37.

$$\sum M_{nc} \geq (1,2)M_{nb} \dots \dots \dots (2.37)$$

Dimana

$\sum M_{nc}$  = jumlah kekuatan lentur nominal kolom-kolom yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Kekuatan lentur kolom harus dihitung untuk gaya aksial terfaktor, konsisten dengan arah gaya-gaya lateral yang ditinjau, yang menghasilkan kekuatan lentur terendah

$\sum Mnb$  =jumlah kekuatan lentur nominal balok yang merangka ke dalam joint, yang dievaluasi di muka-muka joint. Pada konstruksi balok-T, dimana plat dalam kondisi tarik akibat momen-momen di muka joint, tulangan plat dalam lebar efektif plat sesuai pasal 6.3.2 harus diasumsikan berkontribusi terhadap Mnb jika tulangan plat tersebut terangkur dengan baik pada penampang kritisnya.

### 2.3.2.1 Kapasitas Kolom

Kapasitas kolom mencakupi batasan-batasan desain sesuai dengan SNI 2847:2013 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung sebagai berikut:

1. Desain beban aksial  $\phi Pn$  dari komponen struktur tekan tidak boleh lebih besar  $\phi Pn (max)$  yang dihitung pada pers (2.38) atau (2.39):

a) Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan spiral:

$$\phi Pn (max) = 0.85\phi[0.85f'c (Ag - Ast) + fyAst] \dots\dots\dots (2.38)$$

b) Untuk komponen struktur non-prategang dengan tulangan pengikat:

$$\phi Pn (max) = 0.80\phi[0.85f'c (Ag - Ast) + fyAst] \dots\dots\dots (2.39)$$

2. Batasan untuk tulangan komponen struktur tekan

a) Luas tulangan longitudinal ( $Ast$ ) untuk komponen struktur tekan non-komposit tidak boleh kurang dari  $0.01Ag$  atau lebih dari  $0.08Ag$  yang dijabarkan pada persamaan berikut:

$$0.08Ag < Ast < 0.01Ag \dots\dots\dots (2.40)$$

b) Jumlah minimum batang tulangan longitudinal pada komponen struktur tekan adalah 4 untuk batang tulangan di dalam sengkang pengikat segiempat atau lingkaran, 3 untuk batang tulangan di dalam sengkang pengikat segitiga dan 6 untuk batang tulangan yang dilingkupi oleh spiral yang memenuhi poin c.

c) Rasio volume tulangan spiral  $\rho_s$  tidak boleh kurang dari nilai yang diberikan oleh pers berikut

$$\rho_s = 0.45 \left( \frac{Ag}{Ach} - 1 \right) \frac{f'c}{f_{yt}} \dots\dots\dots (2.41)$$



### 2.3.2.2 Kekuatan Desain

Pada peraturan SNI 2847-2019 untuk faktor reduksi kekuatan komponen tekan sesuai dengan pasal 21.2 untuk momen dan gaya aksial dengan jenis tulangan transversal bentuk pengikat sebesar 0.65.

Pada sumbu vertikal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.42:

$$\frac{P_U}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_C} \dots\dots\dots(2.42)$$

dimana:

- $A_g$  = Luas bruto penampang
- $f_C$  = Kuat tekan beton (MPa)
- $r$  = Besaran kedua sumbu
- $\phi$  = Faktor reduksi kekuatan
- $P_U$  = Gaya Aksial terfaktor kolom

Pada sumbu horizontal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

$$\frac{P_U}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_C} \left( \frac{e_t}{h} \right) \dots\dots\dots(2.43)$$

Dimana :

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

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

$$e = \frac{M_U}{h} \dots\dots\dots(2.44)$$

Keterangan:

- $e$  = Eksentrisitas

$M_U$  = Momen terfaktor

$h$  = Tebal atau tinggi total komponen

Untuk kolom dengan sengkang sebagai pengikatnya dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 2.45

$$\phi = 0,80 - \frac{0,20\phi P_n}{0,1f'_c A_g} = 0,65 \dots \dots \dots (2.45)$$

dimana:

$\phi$  = Faktor reduksi kekuatan

$P_n$  = Gaya aksial nominal

### 2.3.3 Plat Lantai

Menurut (Asroni 2010), plat lantai adalah struktur tipis yang di buat dari beton bertulang dengan bidang yang arahnya horinzontal, dan bidang yang bekerja tegak lurus pada bidang struktur tersebut. ketebalan bidang ini relatif sangat kecil apabila di bandingkan dengan bentang panjang/lebar bidangnya. Fungsi plat lantai secara umum adalah untuk pemisah antara lantai bawah sama dengan lantai atas, untuk tempat berpijak penghuni di atas lantai, penempatan kabel listrik dan lampu pada ruang bawah, meredam suara dari ruang atas maupun dari ruang bawah, dan menambah kekakuan bangunan pada arah horizontal. Sedangkan secara spesifik. Sedangkan secara spesifik fungsi plat lantai dari beton dibandingkan plat lantai bahan kotruksi lainnya adalah mampu menahan beban besar, menjadi isolasi suara yang baik, tidak dapat terbakar dan lapis kedap air, dan merupakan bahan yang kuat dan awet, tidak perlu perawatan dan dapat berumur panjang.

Pada plat lantai yang merupakan beton bertulang yang diberi tulangan baja dengan posisi melintang dan memanjang dan diikat menggunakan kawat bendrat, serta tidak menempel pada permukaan plat baik bagian bawah maupun atas. Adapun ukuran diameter, jarak antar tulangan, posisi tulangan tambahan

bergantung pada bentuk plat, kemampuan yang diinginkan untuk plat menerima lendutan yang diijinkan.

1. Pembebanan :

- a. Beban mati.
- b. Beban hidup : 250 kg/m<sup>2</sup>.

2. Penulangan

Pemasangan tulangan lentur disyaratkan sebagai berikut :

- a) Jarak minimum tulangan sengkang 25 mm. 2. Jarak maksimum tulangan sengkang 240 atau 2h.
- b) Penulangan lentur dihitung analisa tulangan tunggal dengan langkah – langkah sebagai berikut :

$$dx = h - p - \frac{1}{2} \emptyset \dots\dots\dots (2.46)$$

$$dy = h - p - \frac{1}{2} \emptyset - \emptyset \dots\dots\dots (2.47)$$

Untuk  $f_c \leq 30$  Mpa, maka digunakan  $\beta_1 = 0,85$ .

$$\rho b = \frac{0,85 \cdot f_c}{f_y} \beta X \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \dots\dots\dots (2.48)$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho b] \dots\dots\dots (2.49)$$

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} (SK SNI T - 15 - 1991 - 03) \dots\dots\dots (2.50)$$

Dengan asumsi jepit elastis pada 4 sisi, maka :

$L_y/l_x$

Momen – momen ditentukan sesuai dengan table 14 buku “Dasar – Dasar Perencanaan Beton Bertulang” pada  $L_y/l_x = 1,2$  didapatkan momen – momen sebagai berikut :

- a) Momen lapangan arah x :

$$M_{lx} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C \dots\dots\dots (2.51)$$

- b) Momen lapangan arah y :

$$M_{ly} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C \dots\dots\dots (2.52)$$

- c) Momen tumpuan arah x :

$$M_{tx} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx^2) \cdot C \dots\dots\dots (2.53)$$

d) Momen tumpuan arah y :

$$M_{ty} = 0,001 \cdot qU \cdot (Lx2) \cdot C \dots\dots\dots (2.54)$$

$$\rho = \frac{Mu}{0,9 \cdot fy \cdot b \cdot dx^2}$$

Penulangan : ..... (2.55)

Luas tampang tulangan :

$$A_s \text{ rencana} = \rho_{\min} \cdot b \cdot d \cdot 106$$

$\rho_{\min} < \rho < \rho_{\max}$  → tulangan tunggal

$\rho < \rho_{\min}$  → dipakai  $\rho_{\min} = 0,0025$

$\rho > \rho_{\max}$  → tulangan rangkap

## 2.4 PONDASI

Pondasi merupakan elemen struktur paling bawah dan berfungsi meneruskan beban yang diterima dari bangunan yang ada di atasnya. Secara umum pondasi dibagi menjadi dua yaitu pondasi dangkal (*shallow foundation*) dan pondasi dalam (*deep foundation*). Pondasi dangkal biasanya dibuat dekat dengan permukaan tanah, umumnya kedalaman pondasi didirikan kurang 1/3 dari lebar pondasi sampai dengan kedalaman kurang dari 3 m, pondasi dalam adalah pondasi yang didirikan dipermukaan tanah dengan kedalaman tertentu dimana daya dukung dasar pondasi dipengaruhi oleh beban struktural dan kondisi permukaan tanah, pondasi dalam biasanya dipasang pada kedalaman lebih dari 3m dibawah elevasi permukaan tanah.

Menurut Nawy (1990), pondasi harus dirancang untuk mampu menahan semua beban rencana dan reaksi-reaksi yang dapat terdiri dari gaya aksial, geser dengan momen yang harus ditahan oleh dasar pondasi.

Berdasarkan kemungkinan beban yang harus dipikul pondasi dibagi atas :

### 1. Pondasi Dangkal

Apabila pada lapisan tanah pada pondasi dasar dapat mendukung beban serta related dekat dengan muka tanah maka di sebut dengan pondasi dangkal (*shallow foundation*).

## 2. Pondasi Dalam

Apabila lapisan tanah dasar yang mampu mendukung beban cukup jauh dari permukaan tanah maka digunakan pondasi dalam (*deep foundation*).

Dalam hal beban eksentris atau momen yang disebabkan kombinasi pembebanan, tekanan tanah yang diakibatkan oleh kombinasi pembebanan tidak boleh melebihi harga yang diizinkan.

Persamaan daya dukung Pondasi Sumuran

$$Q_b = A_h \times q_c \dots\dots\dots(2.58)$$

Keterangan :

$Q_b$  = Daya dukung ujung (kg)

$A_h$  = Luas penampang (cm<sup>2</sup>)

$q_c$  = Tekanan rata-rata (Kg/cm<sup>2</sup>)

$$Q_s = A_s \times F_s \dots\dots\dots(2.59)$$

Keterangan :

$Q_s$  = Daya dukung kulit (Kg)

$A_s$  = Luas selimut (cm<sup>2</sup>)

$F_s$  = Tahanan dinding (Kg/cm<sup>2</sup>)

$F_s$  dapat dicari dengan persamaan :

$$F_s = 0,012 \times q_c \dots\dots\dots(2.60)$$

$$Q_{ult} = Q_b + Q_s \dots\dots\dots(2.61)$$

$$Q_{all} = Q_{ult}/S_f \dots\dots\dots(2.62)$$



Keterangan :

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

$S_f$  = Angka Keamanan

### 2.5.1 Penurunan Pondasi

Persyaratan Pondasi Sumuran

1. Daya dukung pondasi harus lebih besar dari pada beban yang dipikul oleh pondasi tersebut
2. Penurunan yang terjadi harus sesuai batas yang diizinkan (toleransi) yaitu 1” (2,54cm)

$$3. S_i = Q \cdot B \cdot \frac{(1-u^2)}{E_s} \cdot l_w$$

4. Keterangan :

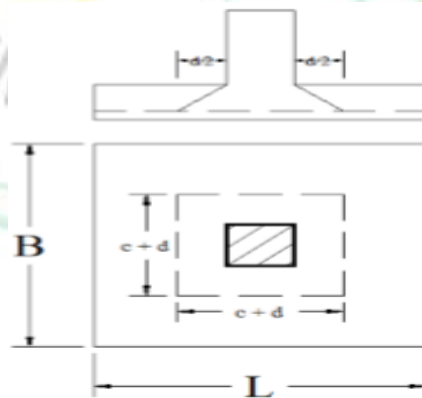
$Q$  = Besarnya tegangan kontak

$B$  = Lebar pondasi

$l_w$  = Faktor pengaruh dari bentuk dan kekakuan pondasi

$u$  = Angka poisson ratio

$E_s$  = Sifat elastisitas tanah



Gambar 2.5 Kuat.Geser dua arah pada pondasi

## BAB III

### METODOLOGI PERENCANAAN

#### 3.1 Umum

Pada penelitian, penulis menggunakan Metode Kualitatif, dimana menurut Saryono (2010) metode kualitatif merupakan penelitian yang digunakan untuk menemukan, menggambarkan, serta menjabarkan kualitas atau keistimewaan dari pengaruh sosial. Dalam penyusunan skripsi, penulis akan merencanakan sebuah struktur bangunan gedung yang difungsikan sebagai kelas. Sejumlah data diperoleh melalui library research, yakni penulis memperoleh pedoman dari bahan-bahan referensi berupa buku, jurnal dosen, serta dokumen-dokumen proyek yang berkaitan dengan skripsi yang akan penulis bahas.

#### 3.2 Lokasi Perencanaan

Lokasi penelitian ini berada di Jl. Padang lua–Maninjau , Kecamatan IV Koto, Kabupaten Agam, Sumatera Barat, tepatnya berada di lingkungan Pesantren Abdul Karim Syueib Guguk Randah. Penulis memilih lokasi ini dengan pertimbangan kemudahan dalam menjangkau informasi, pengumpulan data, dan efisiensi anggaran.



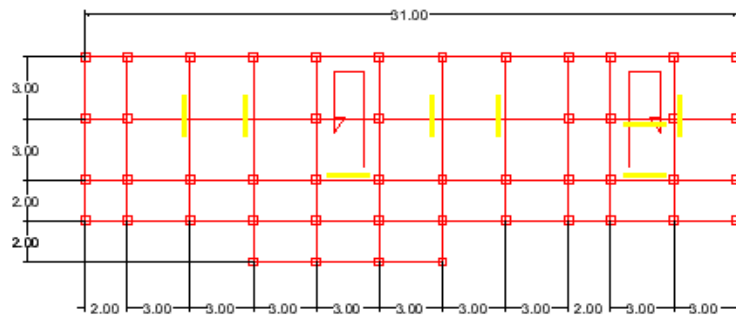
Gambar 3.1 Lokasi Perencanaan Gedung Pesantren Abdul Syueib

Sumber: Google Earth, 21 Maret 2022 (<https://earth.google.com>)

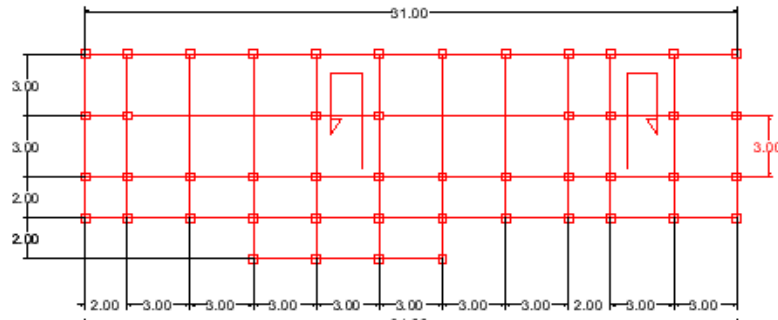
### 3.3 Data Perencanaan

Adapun data-data perencanaan, penulis merencanakan data yang akan digunakan dalam perencanaan sebagai berikut:

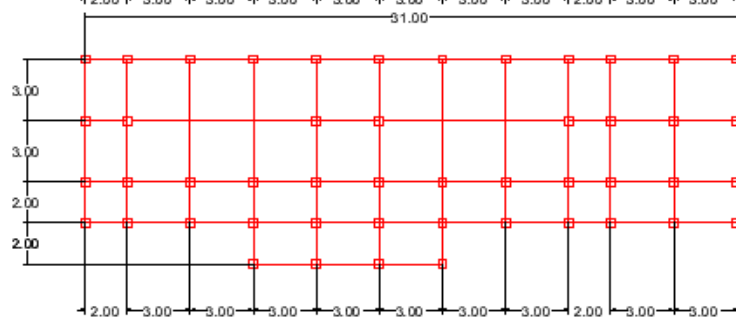
Nama gedung	: Gedung Pesantren Abdul Syueib
Fungsi gedung	: Kelas
Lokasi gedung	: Guguk Randah, Kec. IV Koto Kab.Agam
Luas tanah	: $\pm 800 \text{ m}^2$
Tebal plat	: 150 mm
Plat ( $f'c$ )	: 30 Mpa
Balok ( $f'c$ )	: 30 Mpa
Kolom ( $f'c$ )	: 30 Mpa
Tulangan ( $f_y$ )	: 420 Mpa
Jumlah lantai	: 3 + dak atap
Lebar Gedung	: 10 m
Panjang Gedung	: 31 m
Tinggi gedung	: + 12 m
Struktur bangunan	: Konstruksi rangka beton bertulang
Zona gempa	: Zona 5 peta zona gempa wilayah Indonesia



LANTAI 1



LANTAI 2

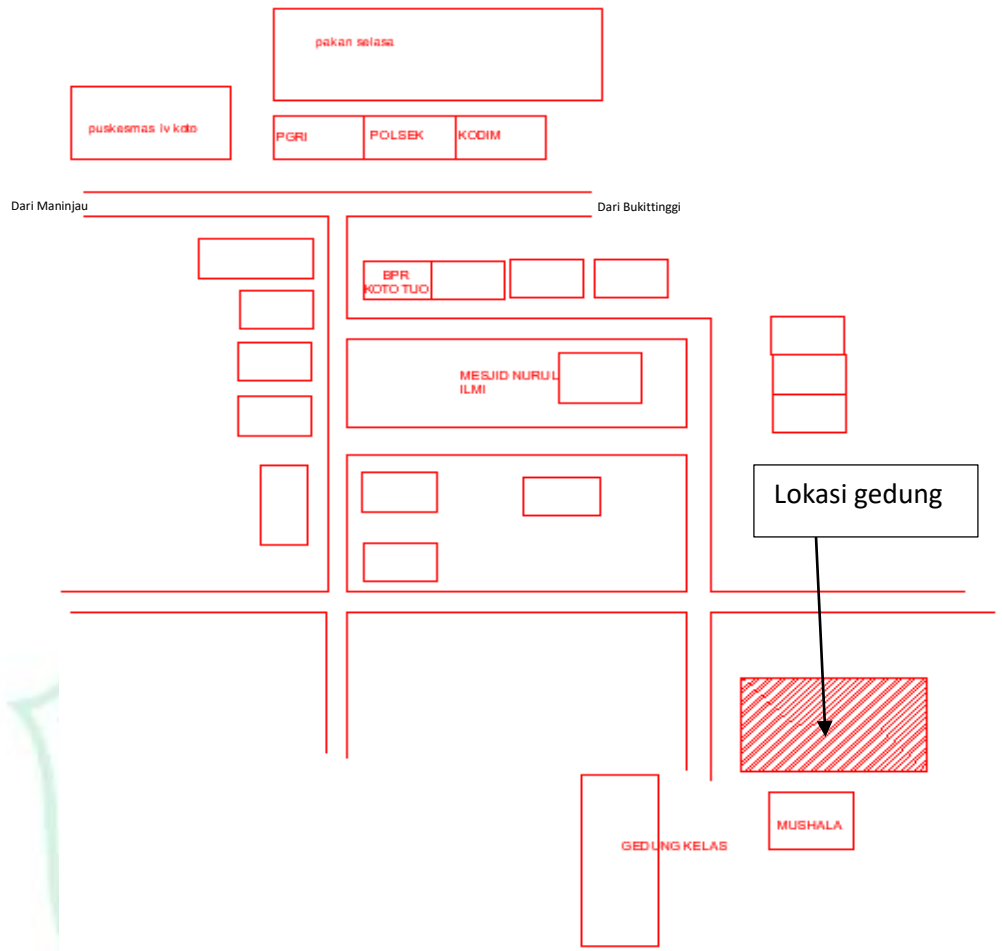


LANTAI 3

Sumber : Penulis (2022)

Gambar 3.2 Preliminary Design Gedung Lantai 1,2 dan3





Sumber : Penulis (2022)

Gambar 3.3 Site Plan

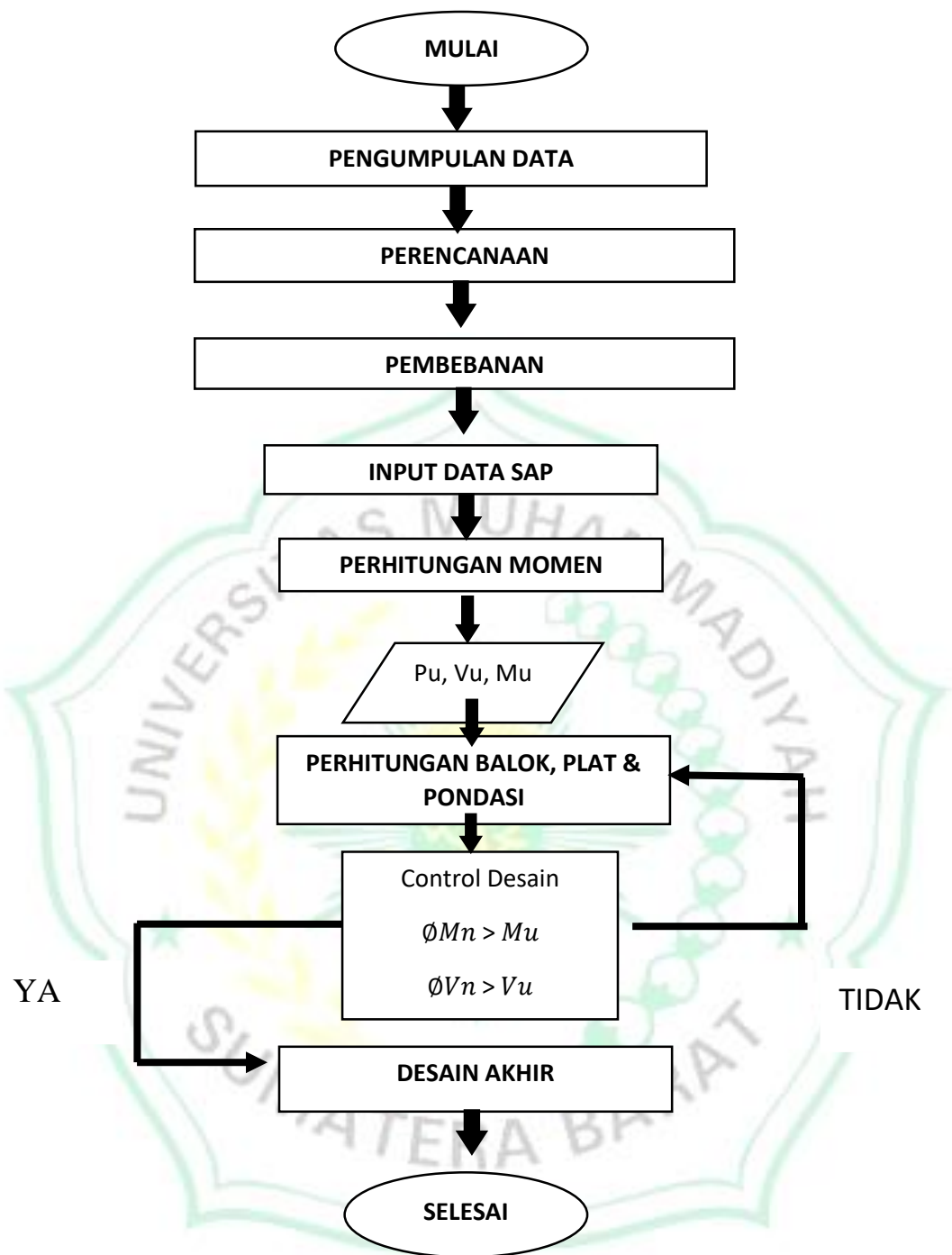
### 3.4 Metode Analisis

Untuk mendapatkan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur gedung tersebut maka digunakan program SAP 2000 V.14.

Adapun pedoman perencanaan yang digunakan

3. Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung (SNI 2847:2019).
4. Peraturan pembebanan indonesia untuk gedung 1987.
5. Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung (SNI 1726:2019)
6. Beban minimum untuk perencanaan bangunan gedung dan struktur lain (SNI 1727:2013)





Gambar 3.4 Bagan Alir Perencanaan

## **BAB 4**

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Umum**

Pada perencanaan, akan dilakukan analisis respon spektrum untuk sistem struktur yang menggunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. Struktur di analisis menggunakan bantuan Program SAP 2000V 14.

#### **4.2 Preliminari Struktur**

Komponen Struktur yang terdapat pada bangunan ini meliputi balok, kolom dan plat akan direncanakan terlebih dahulu dimensi awal dari komponen struktur bangunan (Pra Perencanaan).

##### **4.2.1 Material**

Material yang digunakan dalam merencanakan dan membangun struktur bangunan ini adalah material beton bertulang. Pendefinisian material akan dilakukan pada program SAP 2000 V14. Material beton bertulang yang digunakan pada struktur bangunan ini mempunyai mutu  $f'_c$  30 Mpa (beton) dan  $f_y$  420 Mpa (baja).

##### **4.2.2 Portal**

Komponen struktur balok dan kolom dihubungkan dengan sambungan yang kaku sehingga tempat terjadinya sendi plastis adalah pada kedua ujung balok dan pada ujung bawah kolom lantai dasar. Balok dan kolom dibuat dari beton bertulang. Dengan dimensi yang akan disesuaikan untuk menahan beban yang diberikan pada bangunan ini.

#### 4.2.2.1 Balok

##### 1. Balok Induk

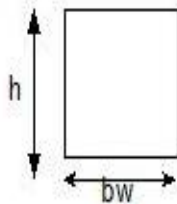
Data – data:

Tabel 4.1 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	9000	mm
		L2	4000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	9000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	4000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
		H2	4000	mm
3	Mutu Beton	K	30	MPa
4	Mutu Baja	$f_y$	420	MPa

(Sumber: Data Prelim Balok)

Untuk keseragaman dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka dalam perencanaan, balok yang memiliki ketebalan terbesar dijadikan sebagai acuan.



Gambar 4.1 Dimensi Balok  
(Sumber : google Image :Balok)

a. Tinggi balok

Berdasarkan SNI (2847:2019) tabel 9.3.1.1 tentang Tebal Minimum Balok Non-Prategang, pada halaman 180 untuk balok dengan perekatan sederhana, dimana tebal balok ( $h$ ) adalah :

Tabel 4.2 Tabel Minimum h

**Tabel 9.3.1.1 – Tinggi minimum balok nonprategang**

Kondisi perlekatan	Minimum $h^{[1]}$
Perlekatan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

<sup>[1]</sup> Rumusan dapat diaplikasikan untuk beton mutu normal dan tulangan mutu 420. Untuk kasus lain, minimum  $h$  harus dimodifikasi sesuai dengan 9.3.1.1.1 hingga 9.3.1.1.3, sebagaimana mestinya.

(Sumber: SNI (2847:2019))

- Balok induk :

$$h > L_{pj} / 16$$

$$h > 9000 / 16$$

$$h > 562,5 \text{ mm} \quad \text{Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420 \text{ Mpa}$$

untuk  $f_y$  selain 420 Mpa, maka :

$$h > L_{pj}/16 (0.4+f_y/700)$$

$$h > 9000/16 (0.4+420/700)$$

$$h > 562,5 \text{ mm}$$

maka di ambil nilai  $h = 600 \text{ mm}$

- b. Lebar Badan Balok ( $b_w$ )

- Balok induk :

$$1/2 h < b_w < 2/3 h$$

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

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

$$300 < b_w < 400$$

$$\text{maka, } b_w = 350 \text{ mm}$$

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

1. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi nilai  $A_g \cdot F_c' / 10$ .
2. Bentang bersih untuk komponen struktur, Ln tidak boleh kurang dari 4 kali nilai tinggi efektif .

$$\begin{aligned} L_n &\geq 4d \\ L_{pj} - b_w &\geq 4 \times (h - 40) \\ 9000 - 350 &\geq 4 \times (600 - 40) \\ 8650 &\geq 2240 \quad \text{.....ok !!} \end{aligned}$$

3. Lebar komponen  $b_w$  , tidak boleh kurang dari nilai yang lebih kecil 0.3 h dan 250 mm.

- a.  $b_w / h \geq 0,3$   
 $0,583 \geq 0,3 \quad \text{..... ok !!}$
- b.  $b_w \geq 250 \text{ mm}$   
 $350 \text{ mm} \geq 250 \text{ mm} \quad \text{..... ok !!}$

**Maka dimensi balok induk adalah = 600/350**

## 2. Balok Anak

Data – data:

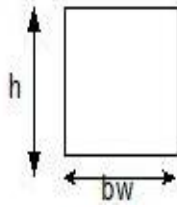
Tabel 4.2 Data Prelim Balok Anak

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	6000	mm
		L2	3000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	6000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	3000	mm
2	Tinggi Kolom	H	4000	mm
3	Mutu Beton	K	30	MPa
4	Mutu Baja	$f_y$	420	MPa

(Sumber: Data Prelim Balok)



Untuk keseragaman dimensi balok pada seluruh konstruksi, maka dalam perencanaan, balok yang memiliki ketebalan terbesar dijadikan sebagai acuan.



Gambar 4.2 Dimensi Balok  
(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com) Image balok 2022)

c. Tinggi balok

Berdasarkan SNI (2847:2019) tabel 9.3.1.1 tentang Tebal Minimum Balok Non-Prategang, pada halaman 180 untuk balok dengan perlekatan sederhana, dimana tebal balok ( $h$ ) adalah :

Tabel 4.2 Tabel Minimum  $h$

**Tabel 9.3.1.1 – Tinggi minimum balok nonprategang**

Kondisi perlekatan	Minimum $h^{[1]}$
Perlekatan sederhana	$l/16$
Menerus satu sisi	$l/18,5$
Menerus dua sisi	$l/21$
Kantilever	$l/8$

<sup>[1]</sup> Rumusan dapat diaplikasikan untuk beton mutu normal dan tulangan mutu 420. Untuk kasus lain, minimum  $h$  harus dimodifikasi sesuai dengan 9.3.1.1.1 hingga 9.3.1.1.3, sebagaimana mestinya.

(Sumber: SNI (2847:2019))

• Balok anak :

$$h > L_{pj} / 16$$

$$h > 6000 / 16$$

$$h > 375 \text{ mm} \quad \text{Nilai ini berlaku untuk } f_y = 420 \text{ Mpa}$$

untuk  $f_y$  selain 420 Mpa, maka :

$$h > L_{pj}/16 (0.4+f_y/700)$$

$$h > 6000/16 (0.4+420/700)$$

$$h > 375 \text{ mm}$$

maka di ambil nilai  $h = 400 \text{ mm}$

d. Lebar Badan Balok (bw)

- Balok Anak :

$$1/2 h < bw < 2/3 h$$

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

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

$$200 < bw < 266,667$$

maka,  $bw = 250 \text{ mm}$

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

4. Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi  $Ag.Fc'/10$

5. Bentang bersih untuk komponen struktur,  $L_n$  tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif

$$L_n \geq 4d$$

$$L_{pj} - bw \geq 4 \times (h - 40)$$

$$6000 - 250 \geq 4 \times (600 - 40)$$

$$6750 \geq 2240 \quad \dots\dots\dots \text{ok !!}$$

6. Lebar komponen bw , tidak boleh kurang dari yang lebih kecil 0.3 h dan 250 mm

a.  $bw / h \geq 0,3$

$$0,625 \geq 0,3 \quad \dots\dots\dots \text{ok !!}$$

b.  $bw \geq 250 \text{ mm}$

$$250 \text{ mm} \geq 250 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{ok !!}$$

7. bw, tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu, c2, ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari a dan b :

- a. Lebar komponen struktur penumpu c2, dan
- b. 0.75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu , c1

$$\begin{aligned}
 bw &\leq 2.c2 \\
 250 &\leq 800 \quad \text{.....ok !!} \\
 bw &\leq c2 + 3/4 c1 \\
 250 &\leq 700 \quad \text{.....ok !!}
 \end{aligned}$$

**Maka dimensi balok anak adalah = 400/250 mm**

#### 4.2.2.2 Kolom

1. Kolom Lantai 3

Keterangan :

- Tebal Pelat = 0,15 m
- Luas Pelat = 16 m<sup>2</sup>
- Dimensi balok = 0,6 x 0,35 m
- Panjang Balok = 8 m
- Dimensi kolom = 0,5 x 0,5 m
- Tinggi Kolom = 4 m

Beban Mati :

Tabel.4.3. Pembebanan Kolom Lt 3

Beban	Perhitungan	Berat (kg)
Plat atap	0,15 x 16 x 2400	5760
Balok induk	0,60 x 0,35 x 8 x 2400	4032
Plafond	16 x 20	320
MEP	16 x 30	480
DL atap		10,592

(sumber : penulis 2022)

Beban hidup :

$$\begin{aligned} \text{Beban orang} &= 16 \times 250 && = 4000\text{kg} \\ \text{Beban pekerja} &= 16 \times 100 && = 1600 \text{ kg} \\ \text{Beban hujan} &= 16 \times 20 && = \underline{320 \text{ kg}} \quad + \\ \text{Total LL} &&& = 5920 \text{ kg} \end{aligned}$$

Maka :

$$\text{Total Beban} = 16512 \text{ kg}$$

$$\begin{aligned} P_u &= 1,2 d_l + 1,6 l_l \\ &= (1,2 \times 10,592) + (1,6 \times 5920) \\ &= 22182,4 \text{ kg} \end{aligned}$$

Dimensi Kolom

Gaya Berat (V)		16512,00	kg
Luas Rencana Kolom (A)		250000	mm <sup>2</sup>
fc'	K	3000,000	kg/cm <sup>2</sup>
	K	30,000	kg/mm <sup>2</sup>
	S	24,900	kg/mm <sup>2</sup>

$$V/A \leq f_c'$$

$$0,0666 \leq 7,47 \dots \dots \dots \text{OKE!!!}$$

Maka dimensi Kolom lt 3 adalah 500 x 500

## 2. Kolom lantai 2

Keterangan :

$$\begin{aligned} \text{Tebal Pelat} &= 0,15 \text{ m} \\ \text{Luas Pelat} &= 64 \text{ m}^2 \\ \text{Dimensi balok} &= 0,6 \times 0,35 \text{ m} \\ \text{Panjang Balok} &= 8 \text{ m} \\ \text{Dimensi kolom} &= 0,6 \times 0,6 \text{ m} \\ \text{Tinggi Kolom} &= 4 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 4.4 Pembebanan Kolom Lt 2

Beban	Perhitungan	Berat (kg)
Plat lantai	0,15 x 16 x 2400	5760
Balok induk	0,60 x 0,35 x 8 x 2400	4032
Spesi	0,03 x 16 x 21	10,08
Keramik	16 x 24	384
Dinding	8 x 3,4 x 250	6800
Plafond	16 x 20	320
MEP	16 x 30	480
DL		17786,08

(sumber penulis 2022)

Beban hidup :

$$\text{Beban orang} = 16 \times 250 = 4000\text{kg}$$

$$\text{Beban pekerja} = 16 \times 100 = 1600 \text{ kg}$$

$$\text{Total LL} = 5600 \text{ kg}$$

Maka :

$$\text{Total Beban} = 2386,08 \text{ kg}$$

$$P_u = 1,2 \text{ dl} + 1,6 \text{ ll}$$

$$= (1,2 \times 17786,08) + (1,6 \times 5600)$$

$$= 30303,296 \text{ kg}$$

Dimensi Kolom

**Maka Diperoleh**

Gaya Berat (V)		46815,30	kg
Luas Rencana Kolom (A)		360000	mm <sup>2</sup>
fc'	K	300,000	kg/cm <sup>2</sup>
	K	2,500	kg/mm <sup>2</sup>
	S	2,075	kg/mm <sup>2</sup>



$$V/A \leq f_c'$$

$$0,13 \leq 7,47 \dots \dots \dots \text{OKE!!!}$$

Maka dimensi Kolom lt 2 adalah 600 x 600

3. Kolom lantai 1

Keterangan :

- Tebal Pelat = 0,15 m
- Luas Pelat = 54 m<sup>2</sup>
- Dimensi balok = 0,6 x 0,35 m
- Panjang Balok = 9 m
- Dimensi kolom = 0,6 x 0,6 m
- Tinggi Kolom = 4 m

Tabel 4.5 Pembebanan Kolom Lt 1

Beban	Perhitungan	Berat (kg)
Plat lantai	0,15 x 16 x 2400	5760
Balok induk	0,60 x 0,35 x 8 x 2400	4032
Spesi	0,03 x 16 x 21	10,08
Keramik	16 x 24	384
Dinding	8 x 3,4 x 250	6800
Plafond	16 x 20	320
MEP	16 x 30	480
DL		17786,08

(sumber Penulis 2022)

Beban hidup :

Beban hidup :

Beban orang = 16 x 250 = 4000kg

Beban pekerja = 16 x 100 = 1600 kg

Total LL = 5600 kg

Maka :

$$\text{Total Beban} = 2386,08 \text{ kg}$$

$$P_u = 1,2 \text{ dl} + 1,6 \text{ ll}$$

$$= (1,2 \times 17786,08) + (1,6 \times 5600)$$

$$= 30303,296 \text{ kg}$$

#### Maka Diperoleh

Gaya Berat (V)		46815,30	kg
Luas Rencana Kolom (A)		360000	mm <sup>2</sup>
fc'	K	300,000	kg/cm <sup>2</sup>
	K	2,500	kg/mm <sup>2</sup>
	S	2,075	kg/mm <sup>2</sup>

$$V/A \leq fc'$$

$$0,197 \leq 7,47 \dots \dots \dots \text{OKE!!!}$$

Maka dimensi Kolom lt 3 adalah 600 x 600

#### 4.2.3 Plat

Plat yang digunakan pada model struktur bangunan ini menggunakan plat beton bertulang. Plat beton bertulang digunakan sebagai plat untuk plat atap dan plat lantai dengan ketebalan masing-masing 150 mm.

$$b_w = 0,35 \text{ m}$$

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

Panjang Balok :

$$L_1 = 9000 \text{ mm}$$

$$L_2 = 3000 \text{ mm}$$

$$L_{pj} = 9000 \text{ mm}$$

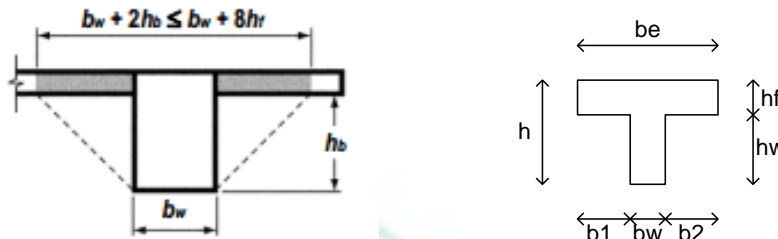
$$L_{pd} = 3000 \text{ mm}$$

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

$$f_y = 420 \text{ Mpa}$$

1. Perencanaan Dimensi Pelat Balok

a. Untuk balok yang berada di tengah konstruksi



Gambar 4.3 Dimensi Plat

(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com) Image Plat 2022)

Berdasarkan SNI 2847:2013 (BETON) ayat 8.12 pada hal 63 butir 4 :

Lebar sayap  $b_e = b_w + b_1 + b_2$

aturan 1:

1. Untuk  $h_w < 4h_f$ , maka  $b_1 = b_2 = h_w$
2. Untuk  $h_w > 4h_f$ , maka  $b_1 = b_2 = 4h_f$

- $h_w = h - h_f$   
 $= 600 - 150$   
 $= 450 \text{ mm}$

- $b_1 = h_w$   
 $b_1 = 450 \text{ mm}$   
 $b_2 = b_1$   
 $b_2 = 450 \text{ mm}$

- $b_e = b_w + b_1 + b_2$   
 $b_e = 350 + 450 + 450$   
 $b_e = 1250 \text{ mm}$

Cek :

- Panjang bentang bersih balok adalah :

$$L_n = L_{\text{balok}} - b_w$$

$$L_n = 9000 - 450$$

$$L_n = 8650 \text{ mm}$$

$$L_n = 8,65 \text{ m}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 butir 6.3.2.1 halaman 97 :

- $b_1, b_2 < 1/8 L_{pj}$  ;  $1/8 L_{pj} = 1125 \text{ mm}$   
 $450 < 1125 \text{ mm}$  OK !!
- $b_1, b_2 < 8h_f$  ;  $8h_f = 1200 \text{ mm}$   
 $450 < 1200 \text{ mm}$  OK !!
- $b_1, b_2 < 1/2 L_n$  ;  $1/2 L_n = 4325 \text{ mm}$   
 $450 < 4325 \text{ mm}$  OK !!

b. Untuk balok yang berada di tepi konstruksi



Gambar 4.4 Plat Tepi Konstruksi

(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com) Image Plat 2022)

Berdasarkan SNI 2847 2019 butir 6.3.2.1 pada halaman 97 :

$$b_{e1} = b_w + b_1$$

$$b_{e1} = 350 + 450$$

$$b_{e1} = 800 \text{ mm}$$

$$h_w = h - h_f$$

$$h_w = 600 - 150$$

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

Cek :

Berdasarkan SNI 2847 2019 butir 6.3.2.1 pada halaman 97 :

$$\begin{array}{lcl} hw < 1/12 L_{pj} & ; & 1/12 L_{pj} = 750 \text{ mm} \\ 450 < 750 \text{ mm} & \dots\dots\dots & \text{OK !!} \\ hw < 6 h_f & ; & 6 h_f = 900 \text{ mm} \\ 450 < 900 \text{ mm} & \dots\dots\dots & \text{OK !!} \\ hw < 1/2 L_n & ; & 1/2 L_n = 4325 \text{ mm} \\ 450 < 4325 \text{ mm} & \dots\dots\dots & \text{OK !!} \end{array}$$

## 2. Cek Tebal Pelat Pembebanan

Berdasarkan SNI 2847:2019 (BETON) pada halaman 134 untuk panel yang memiliki rasio bentang panjang terhadap bentang pendek memiliki nilai yang lebih besar dari 2, penggunaan persamaan (b) dan (d) pada tabel 8.3.1.2, dengan perbandingan bentang terpanjang, akan menghasilkan nilai yang tidak sesuai, maka untuk panel tersebut diharuskan menggunakan aturan yang berlaku untuk konstruksi satu arah di 7.3.1

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

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

$$h_f = \frac{l_n \cdot (0.8 + (f_y: 1400))}{36 + 9 \cdot \beta}$$

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

Keterangan :

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

$h_f$  = panjang bentang terpanjang dikurang dengan lebar balok

$\beta$  = perbandingan antara bentang bersih dari sisi terpanjang dengan bentang bersih terpendek



$\alpha_m =$  nilai rata-rata dari kekakuan balok

$$\alpha = \frac{I_{bp}}{I_p} ;$$

dimana :  $I_{bp}$  = inersia balok

$I_p$  = inersia pelat

a. Menentukan momen inersia balok plat ( $I_{bp}$ )

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

$$* \quad b_e = 1,25 \text{ m}$$

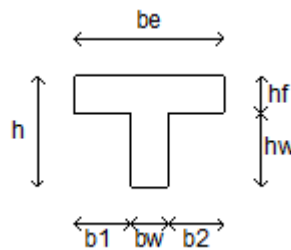
$$b_e = 1250 \text{ mm}$$

$$* \quad h_f = 0,15 \text{ m}$$

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

$$* \quad h_w = 0,55 \text{ m}$$

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



Gambar 4.5 Plat Lantai

(Sumber : [www.google.com](http://www.google.com) Image Plat 2022)

$$A_1 = h_w \times b_w$$

$$A_1 = 450 \times 350$$

$$A_1 = 157500 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = h_f \times b_e$$

$$A_2 = 150 \times 1250$$

$$A_2 = 187500 \text{ mm}^2$$

Titik Berat

$$A_1 \cdot \frac{1}{2} \cdot h_w = 35437500 \quad \dots\dots a$$

$$A_2 \cdot (h_f/2 + h_w) = 98437500 \quad \dots\dots b$$

$$A1+A2 = 345000 \quad \text{.....c}$$

Jadi,

$$\begin{aligned} y &= (a+b)/c \\ &= 388,0435 \text{ mm} \\ &= 0,38804 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ix1 &= (1/12.bw.hw^3) \\ &= 5906250 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y1 &= 1/2.hw \\ &= 225 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ix2 &= (1/12.be.hf^3) \\ &= 351562500 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y2 &= (1/2.hf)+hw \\ &= 525 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ibp1 &= Ix1 + (A1*(y-y1)^2) + Ix2 + (A2*(y2-y)^2) \\ &= 8061273098 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

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

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$\begin{aligned} be1 &= 800 \text{ mm} \\ A1 &= hw.bw \\ &= 157599 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2 &= hf.be1 \\ &= 120000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Titik Berat

$$A1*1/2*hw = 35437500 \quad \text{.....a}$$

$$A_2(hf/2+hw) = 63000000 \quad \dots\dots b$$

$$A_1+A_2 = 277500 \quad \dots\dots c$$

Jadi,

$$\begin{aligned} y &= (a+b)/c \\ &= 354,729 \text{ mm} \\ &= 0,35473 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x1} &= (1/12.bw.hw^3) \\ &= 5906250 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_1 &= 1/2.hw \\ &= 225 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{x2} &= (1/12.be1.hf^3) \\ &= 225000000 \text{ m}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y_2 &= (1/2.hf)+hw \\ &= 525 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{bp2} &= I_{x1} + (A_1*(y-y_1)^2) + I_{x2} + (A_2*(y_2-y)^2) \\ &= 6360635980 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

b. Menentukan inersia plat

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$\begin{aligned} I_{p1} &= 1/12(bw/2+L1/2).hf^3 \\ &= 1314843750 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_1 &= I_{bp2}/I_{p1} \\ &= 4,837 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I_{p2} &= 1/12(bw/2+L2/2).hf^3 \\ &= 611718750 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \alpha_2 &= I_{bp2}/I_{p2} \\ &= 10,398 \end{aligned}$$

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

$$I_{p3} = 1/12(L1/2+L1/2)*hf^3$$

$$= 2531250000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_3 = I_{p1}/I_{p3}$$

$$= 3,184$$

$$I_{p4} = 1/12(L2/2+L2/2)*hf^3$$

$$= 1125000000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_4 = I_{p1}/I_{p4}$$

$$= 7,165$$

$$\alpha = (\alpha_1+\alpha_2+\alpha_3+\alpha_4)/4$$

$$= 639645286$$

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

$$= 2,369$$

Untuk  $\alpha$  lebih besar dari 2.0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi persamaan berikut :

$$h_f = \frac{\ln. (0.8 + (f_y: 1400))}{36 + 9. \beta}$$

dan tidak boleh kurang dari 90 mm

$$142,0525 \text{ mm} < h_f = 150 \text{ mm} \quad \dots\dots\text{OK}$$

maka tebal pelat yang digunakan dalam permodelan adalah,  $h_f = 150 \text{ mm}$

### 4.3 Pembebanan

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

Beban pada lantai Dak

Berat sendiri plat :

Lantai 3		tebal	$q_u$ (Kg/m <sup>2</sup> )
BV Spesi	= 21 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 2cm	= 42
BV Plafon	= 17 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 1 cm	= 17
Water proofing	= 14 Kg/m <sup>2</sup>	x 1 cm	= 14

$$\begin{array}{r} \text{BV MEP} \quad = 30 \text{ Kg/m}^2 \quad \times 1 \text{ cm} = 30 \quad + \\ \hline 103 \text{ kg/m}^2 \end{array}$$

Beban pada pelat lantai 2 dan 3

Lantai 3		tebal	qu (Kg/m <sup>2</sup> )
BV Spesi	= 21 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 2 cm	= 42
BV Plafon	= 17 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 1 cm	= 17
BV keramik	= 24 Kg/m <sup>2</sup> /cm	x 1 cm	= 24
BV MEP	= 30 Kg/m <sup>2</sup>	x 1 cm	= 30
			<u>113 kg/m<sup>2</sup></u>

Beban Dinding pada balok

Lantai 1 dan 2

Tinggi gedung (H)	= 4 m
Tinggi Dinding (T)	= 3,3 m
BV dinding	= 250 kg/m <sup>2</sup>
berat dinding	= 4 x 3,3 x 250
	= 825 kg/m

Lantai 3

Tinggi gedung (H)	= 4 m
Tinggi Dinding (T)	= 3,3 m
BV dinding	= 250 kg/m <sup>2</sup>
berat dinding	= 825 kg/m

Lantai dak

Tinggi Dinding (T)	= 1,2 m
BV dinding	= 250 kg/m <sup>2</sup>
berat dinding	= 300 kg/m



### 4.3.2 Beban Hidup (*Life Load*)

Lantai 2

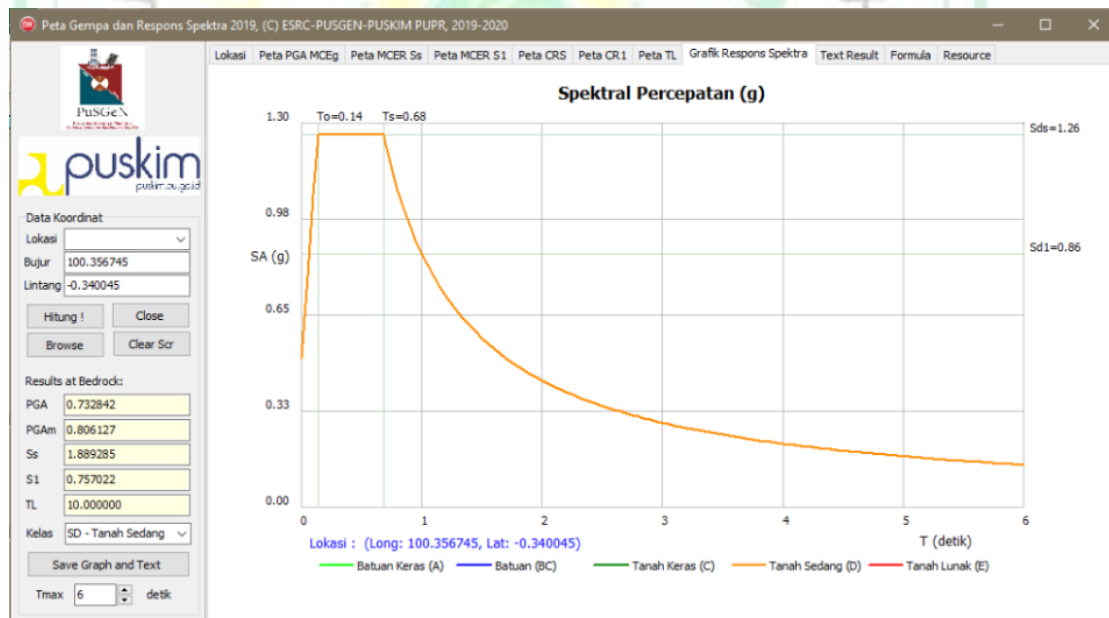
Berat beban hidup berdasarkan PPIUG 1983

Lantai yang harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri dan disesuaikan dengan fungsi gedung =  $250 \text{ kg/m}^2$

### 4.3.3 Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Penulis menggunakan Aplikasi Respons Spektrum Gempa Indonesia 2019 dan mendapatkan hasil berupa data berikut ini:

Nama Kota : Guguk Randah Tabek Saroyo, IV Koto  
Bujur / Longitude :  $100.356745 \text{ Degrees}$   
Lintang / Latitude :  $-0.340045 \text{ Degrees}$   
Kelas Situs : SD - Tanah Sedang



Gambar 4.6 Respon Spektrum Indonesia

(Sumber :Aplikasi Peta Gempa Dan Respons Spektra Indonesia 2022)

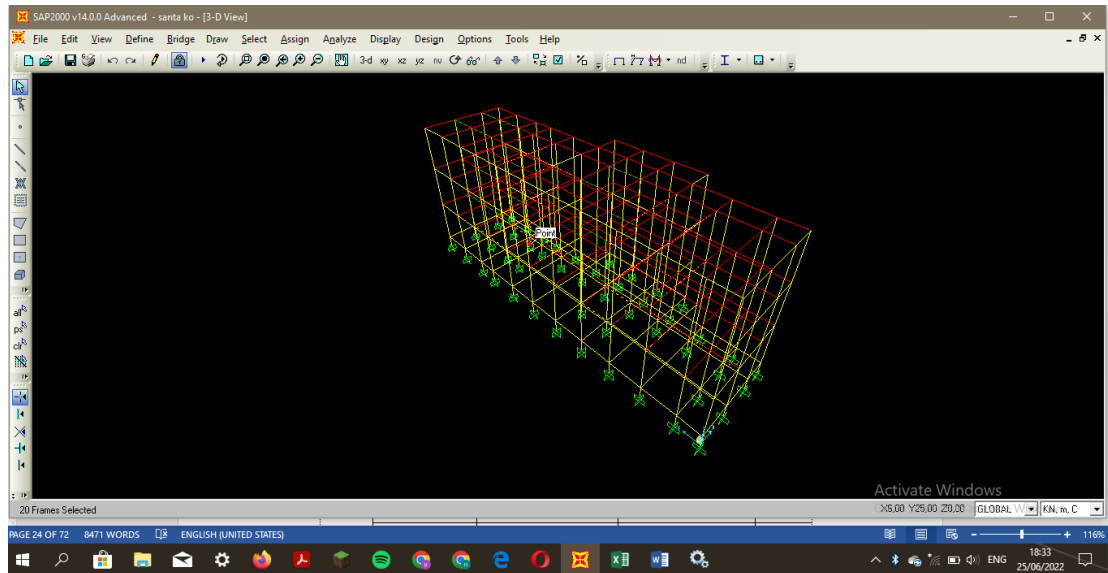
PGA = 0.732842 g  
 PGAm = 0.806127 g  
 CRs = 0.000000  
 CR1 = 0.000000  
 Ss = 1.889285 g  
 S1 = 0.757022 g  
 TL = 10.000000 detik  
 Fa = 1.000000  
 Fv = 1.700000  
 Sms = 1.889285 g  
 Sm1 = 1.286937 g  
 Sds = 1.259524 g  
 Sd1 = 0.857958 g  
 T0 = 0.136235 detik  
 Ts = 0.681177 detik

Periode	value		
0,000	0,5038		.....
0,050	0,7812	0,550	1,2595
0,100	1,0585	0,600	1,2595
0,136	1,2595	0,650	1,2595
0,150	1,2595	0,681	1,2595
0,200	1,2595	0,700	1,2257
0,250	1,2595	0,750	1,1439
0,300	1,2595	0,800	1,0724
0,350	1,2595	0,850	1,0094
0,400	1,2595	0,900	0,9533
0,450	1,2595	0,950	0,9031
0,500	1,2595	1,000	0,8580

Periode	value		
1,050	0,8171	2,150	0,3991
1,100	0,7800	2,200	0,3900
1,150	0,7461	2,250	0,3813
1,200	0,7150	2,300	0,3730
1,250	0,6864	2,350	0,3651
1,300	0,6600	2,400	0,3575
1,350	0,6355	2,450	0,3502
1,400	0,6128	2,500	0,3432
1,450	0,5917	2,550	0,3365
1,500	0,5720	2,600	0,3300
1,550	0,5535		
1,600	0,5362	2,650	0,3238
1,650	0,5200	2,700	0,3178
1,700	0,5047	2,750	0,3120
1,750	0,4903	2,800	0,3064
1,800	0,4766	2,850	0,3010
1,850	0,4638	2,900	0,2958
1,900	0,4516	2,950	0,2908
1,950	0,4400	3,000	0,2860
2,000	0,4290	3,050	0,2813
2,050	0,4185		
2,100	0,4086		
Periode	value	3,350	0,2561
3,100	0,2768	3,400	0,2523
3,150	0,2724	3,450	0,2487
3,200	0,2681	3,500	0,2451
3,250	0,2640	3,550	0,2417
3,300	0,2600	3,600	0,2383

3,650	0,2351	4,900	0,1751
3,700	0,2319	4,950	0,1733
3,750	0,2288	5,000	0,1716
3,800	0,2258	5,050	0,1699
3,850	0,2228	5,100	0,1682
3,900	0,2200	5,150	0,1666
3,950	0,2172	5,200	0,1650
4,000	0,2145	5,250	0,1634
4,050	0,2118	5,300	0,1619
4,100	0,2093	5,350	0,1604
4,150	0,2067	5,400	0,1589
4,200	0,2043	5,450	0,1574
4,250	0,2019	5,500	0,1560
4,300	0,1995	5,550	0,1546
4,350	0,1972	5,600	0,1532
4,400	0,1950	5,650	0,1519
4,450	0,1928	5,700	0,1505
4,500	0,1907	5,750	0,1492
4,550	0,1886	5,800	0,1479
4,600	0,1865	5,850	0,1467
4,650	0,1845	5,900	0,1454
4,700	0,1825	5,950	0,1442
4,750	0,1806	6,000	0,1430
4,800	0,1787		
4,850	0,1769		

#### 4.4 Input Permodelan SAP 2000 V14 Menggambar Grid Gedung



Gambar 4.7 Grid gedung sap

(sumber : SAP 2000 v14 Juni 2022)

##### 4.4.1 Input Data Penampang

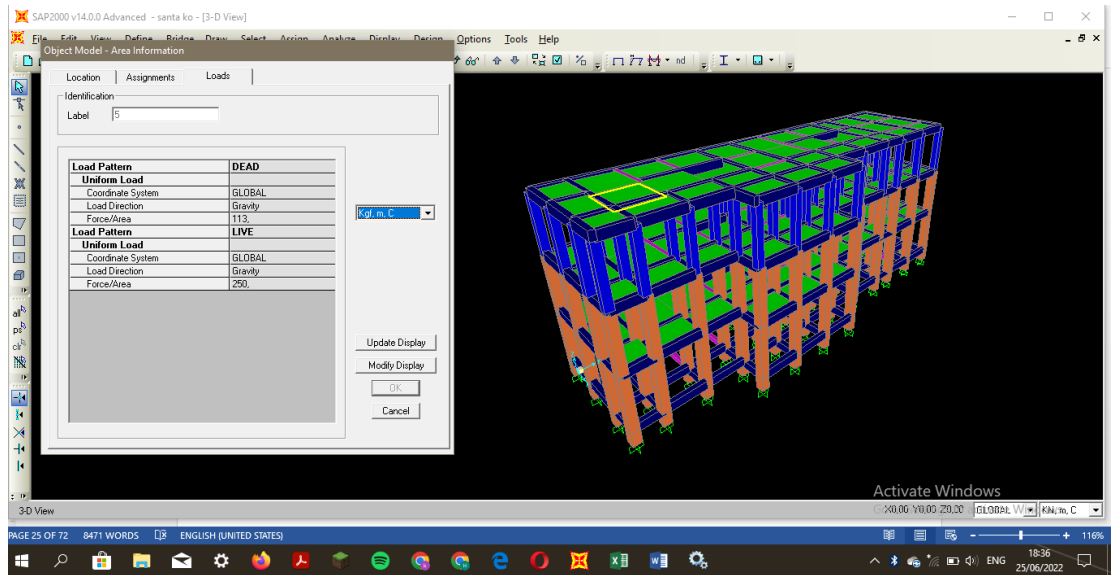
Berdasarkan hasil perhitungan preliminari gedung, diperoleh data-data sebagai berikut :

Tabel 4.6 Rekap Perhitungan Preliminari Dimensi Struktur

Nama	h	B	satuan
Balok induk	600	350	mm
Balok anak	400	250	mm
Kolom 1	600	600	mm
Kolom 2	500	500	mm
Plat	150		mm

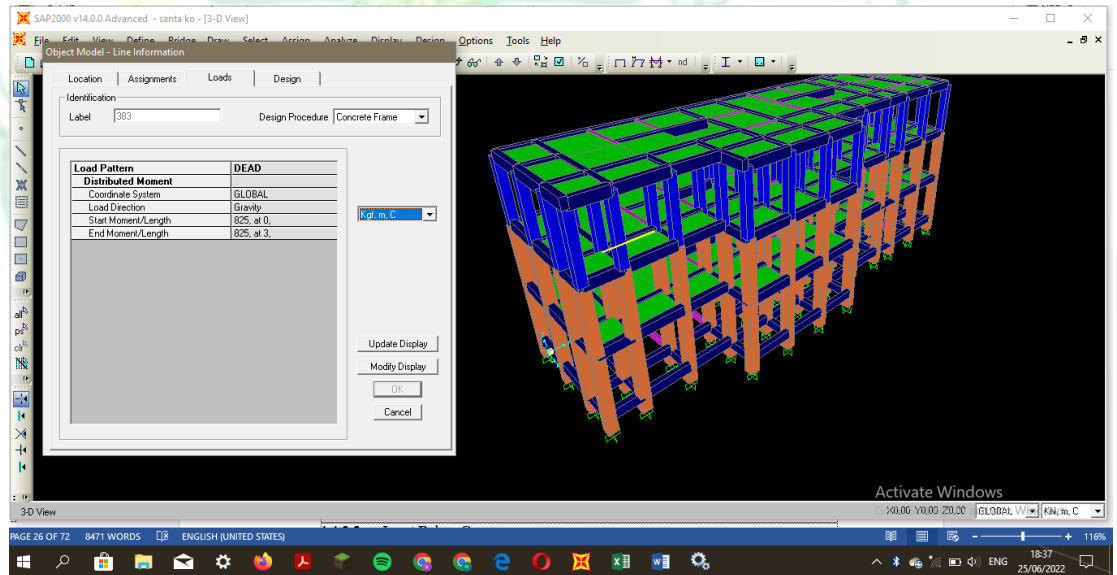
(sumber: penulis 2022)

#### 4.4.2 Input Beban pada Plat



Gambar 4.8 Input beban Pada plat  
(sumber: SAP 2000 v14 Juni 2022)

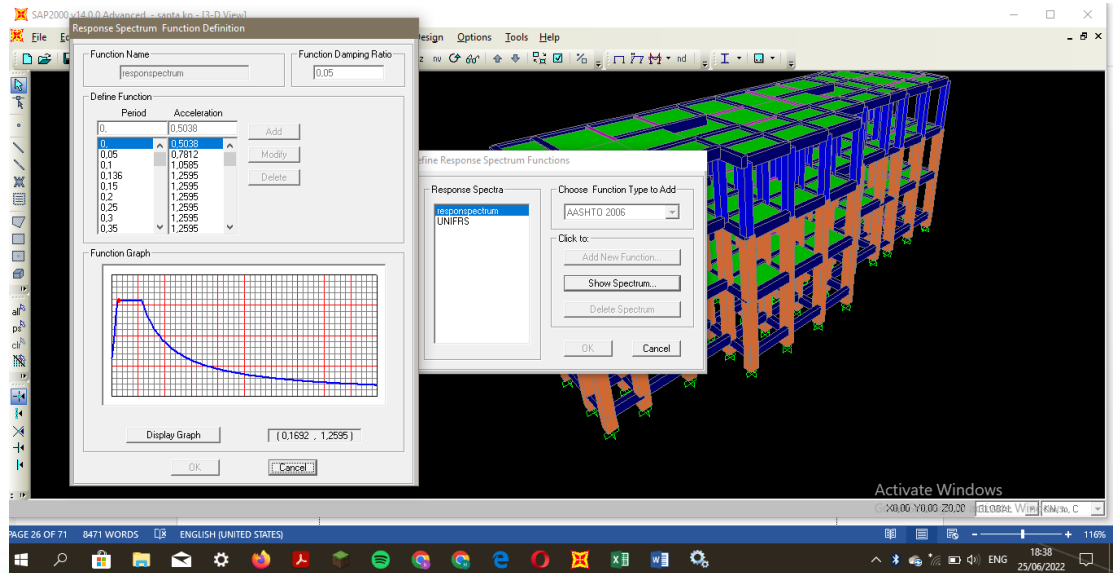
#### 4.4.3 Input Beban Pada Balok



Gambar 4.9 Input beban Pada Balok  
(sumber: SAP 2000 v14 Juni 2022)



#### 4.4.4 Input Beban Gempa

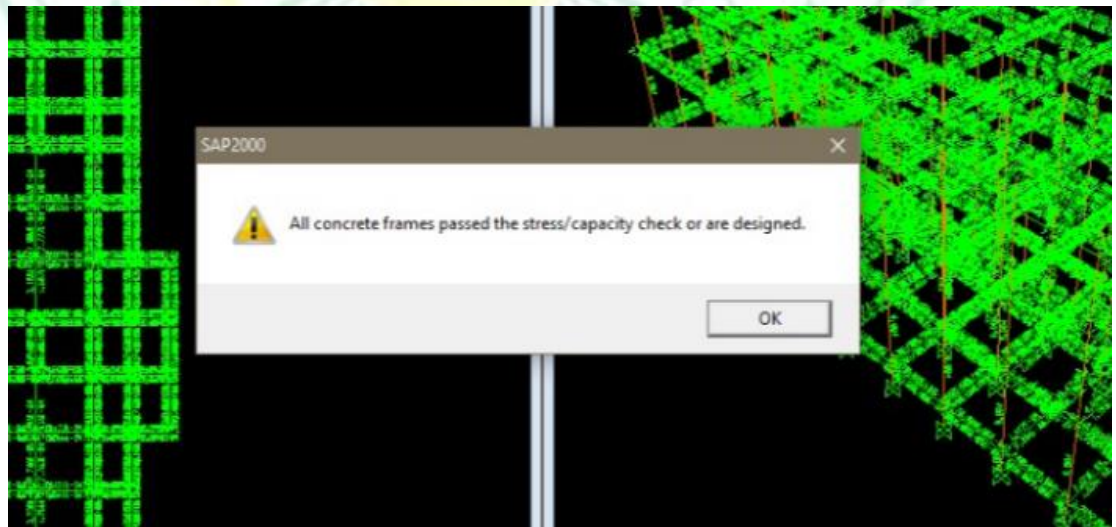


Gambar 4.10 Input beban gempa

(sumber: SAP 2000 v14)

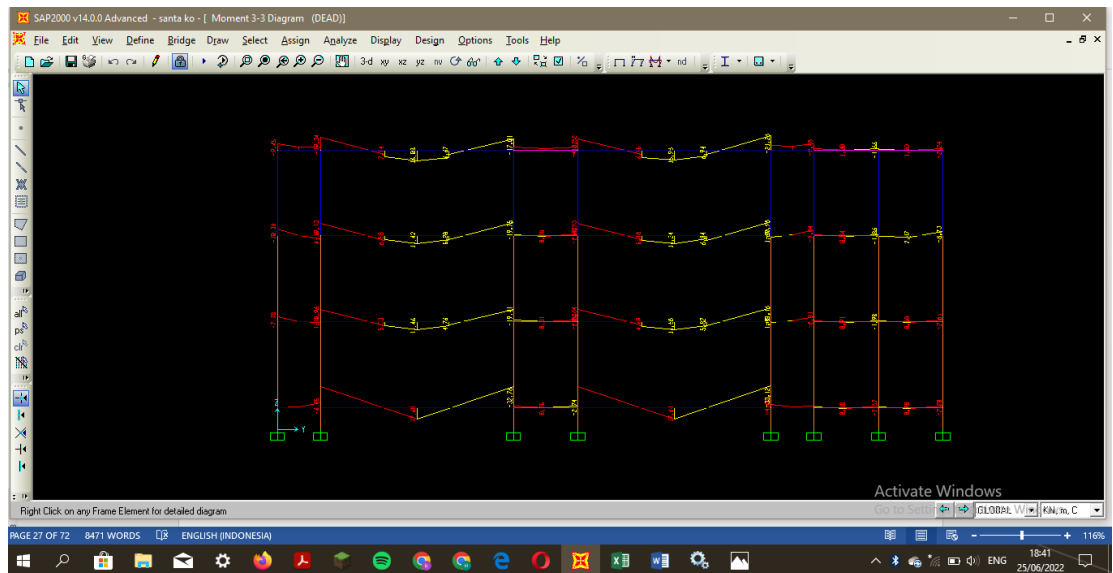
#### 4.5 Output Pemodelan SAP 2000 v14

Hasil running pada Software SAP 2000 v14 menghasilkan data momen yang bekerja pada balok,kolom serta plat.



Gambar 4.11 Hasil pengecekan desain struktur.

(sumber : SAP 2000 v14)



Gambar 4.12 Hasil running SAP 2000 v14

(Sumber : SAP 2000 v14 Juni 2022)

#### 4.6 Rekap Hasil output SAP 2000 v14

Balok 60/35 Bentang 9 m

StepType	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min	-44,891	-2.006E-14	-2,608	-4.561E-14	-70,149
Max	45,596	1,828E-14	3,188	6,019E-14	43,397

Balok 60/35 Bentang 3 m

StepType	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min	-94,869	-10,865	-6,937	-0,9879	-104,754
Max	88,741	2.425E-14	6,871	0,9879	-98,0354

Balok 40/25 Bentang 6

StepType	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min	-26,993	-1.507E-15	-0,9409	-0,6921	-60,6208
Max	46,046	-10,865	0.2508	-0,6921	50,9009

Balok 40/25 Bentang 3 m

StepType	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min	-12,203	-11,086	-0.0707	-0,3603	-14.277
Max	12,178	4,189E-15	0.1002	0,18015	10,9272

Kolom 60/60

StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min	-729,256	-65,186	-48.348	-2,512	-40,0013	-68,35
Max	148,436	-70,108	57.198	0.4386	19,9513	111.898

Kolom 50/50

StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min	101,776	-25,557	-18,931	-0.7368	-45,887	-57,574
Max	-185,734	25,956	19,717	0.3201	44,248	61,5677

## 4.5 Perhitungan Penulangan

### 4.5.1 Penulangan Balok

- 1) Balok 60/35 Bentang 9 m

Tulangan Lentur

$\varnothing_{tul.pokok} = 13 \text{ mm}$

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

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

$$f_y = 420 \text{ MPa untuk tulangan}$$

$$\text{pokok } f'c = 30$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - P_b - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ pokok} \\ = 600 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 553,5 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

Mencari Rasion tulangan :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{420} 0,85 \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,030$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,030 = 0,023$$

a. Penulangan Lentur daerah lapangan

Diketahui :

$$M_u \text{ Lapangan} : 43,397 \text{ kNm}$$

$$\text{Faktor reduksi } \phi = 0,5$$

1) Momen Nominal

$$M_n = \frac{M_u}{\phi} = \frac{43,3974}{0,5} = 84,794$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f'c'} = \frac{420 \text{ MPA}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPA}} = 16,47$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot d} = \frac{84,794}{350 \text{ mm} \cdot 553,5 \cdot 553,5} = 0,790 \text{ MPA}$$

Menentukan  $\rho$  perlu :

$$\rho_b = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 0,790}{300}} \right) = 0,0019$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min} = 0,0035$  maka digunakan  $\rho_{min}$

2) Luas tulangan Tulangan Tarik

$$As1 = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 350 \cdot 553,5 = 678,037 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}\pi \cdot D^2} = \frac{678,037}{\frac{1}{4}\pi \cdot 13^2} = 5,110$$

$$n = 5,180 \approx 6 \text{ batang}$$

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4}\pi \cdot d \cdot d = 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 795,99 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan tekan : } As \text{ ada} = 6 \text{ } \emptyset 13 = 795,99 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} = 678,037 \text{ mm}^2 \dots \text{oke}$$

3) Tulangan Tekan

$$As1 = \phi \cdot \rho \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot 0,0035 \cdot 350 \cdot 553,5 = 339,01 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}\pi \cdot D^2} = \frac{339,01}{\frac{1}{4}\pi \cdot 13^2} = 2,5662$$

$$n = 2,556 \approx 3 \text{ batang}$$

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4}\pi \cdot d \cdot d = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 397,9 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Tekan : } As \text{ ada} = 4 \text{ } \emptyset 13 = 397,9 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} = 339,01 \text{ mm}^2 \dots \text{oke}$$

Jdi tulangan yang di pakai adalah

Tulangan Tarik 6  $\emptyset$  13

Tulangan Tekan 3  $\emptyset$  13

b. Penulangan lentur tumpuan

Diketahui :

Mu tumpuan : -70,1496 kNm

Faktor reduksi  $\phi = 0,5$

1) Momen Nominal

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{70,1496}{0,5} = 158,298$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{420 \text{ MPA}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPA}} = 16,47$$

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d \cdot d} = \frac{158,298}{350 \text{ mm} \cdot 553,5 \cdot 553} = 1,476 \text{ MPA}$$

Menentukan  $\rho$  perlu :

$$\rho_b = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 1,476}{420}} \right) = 0,0036$$

Karena  $\rho_{\text{perlu}} < \rho_{\text{min}} = 0,0035$  maka digunakan  $\rho_{\text{perlu}}$

2) Luas tulangan Tulangan Tarik

$$A_{s1} = \rho \cdot b \cdot d = 0,0036 \cdot 350 \cdot 553,5 = 795,99 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{795,99}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 5,111$$

$$n = 5,111 \approx 6 \text{ batang}$$

$$A_{s \text{ pakai}} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 795,99 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Tarik : } A_{s \text{ ada}} = 6 \text{ } \emptyset 13 = 795,99 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}}$$

.....oke

3) Tulangan Tekan

$$A_{s1} = \phi \rho \cdot b \cdot d = 0,0036 \cdot 350 \cdot 553,5 = 397,9 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{397,9}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 2,992$$

$$n = 2,992 \approx 4 \text{ batang}$$

$$A_{s \text{ pakai}} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 530,66 \text{ mm}^2$$

$$\text{Tulangan Tekan : } A_{s \text{ ada}} = 4 \text{ } \emptyset 13 = 530,66 \text{ mm}^2 > A_{s \text{ perlu}}$$

perlu .....oke

c. Tulangan Geser

1) Penulangan geser tumpuan

$$V_u : 45,596 \text{ kN}$$

$$\emptyset_{\text{tul.sengkang}} = 10 \text{ mm}$$



$$h = 600 \text{ mm} \quad b = 300 \text{ mm}$$

$$f_y = 300 \text{ MPa} \text{ untuk tulangan pokok}$$

$$f'_c = \text{MPa} \leq 30 \text{ MPa} \text{ maka } \beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - P_b - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ pokok} \\ = 600 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 553,5 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

$$V_u = \text{kN ( hasil Analisa Struktur)}$$

$$V_u \text{ ( Tumpuan )} = 45,596 \text{ kN}$$

$$V_u \text{ ( Lapangan )} = 22,798 \text{ kN}$$

$$\text{Diameter Sengkang} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

Luas Penampang Sengkang :

$$A_v = \frac{75 \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d}{1200 \cdot f_y} = \frac{75 \sqrt{30} \cdot 350 \cdot 553,5}{1200 \cdot 420} = 165.802 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar Sengkang} : s = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{\max} = 300 \text{ mm}$$

- Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$s \leq s_{\max} \\ 100,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 350 \cdot 553,5 \cdot 10^{-3} = 176,845$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{165.802 \cdot 420 \cdot 553,5}{100 \cdot 10^3} = 192,719$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$V_n = V_c + V_s \\ = 176,845 + 192,719 \\ = 369,564 \text{ kN}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned}V_r &= \phi V_n \\ &= 0,5 \cdot 369,564 \text{ kN} \\ &= 184,782\end{aligned}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned}V_r &\geq V_u \\ 184,782 \text{ kN} &\geq 45,596 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!}\end{aligned}$$

Karena  $V_r > V_u$  , maka jarak sengkang 100 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 100$

2) Penulangan geser lapangan

Penyelesaian :

$$V_u : 22,798 \text{ kN}$$

$$\text{Diameter Sengkang} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar Sengkang} : s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{\max} = 300 \text{ mm}$$

• Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned}s &\leq s_{\max} \\ 150,00 \text{ mm} &\leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots \text{OK !!}\end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 350 \cdot 553,5 \cdot 10^{-3} = 176,845$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{165.802 \cdot 420 \cdot 553,5}{150 \cdot 10^3} = 256,959$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned}V_n &= V_c + V_s \\ &= 176,845 + 256,959 \\ &= 433,805 \text{ kN}\end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned}
 V_r &= \phi V_n \\
 &= 0,5 \cdot 433,805 \text{ kN} \\
 &= 216,902
 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$V_u = 22,798$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned}
 V_r &\geq V_u \\
 216,902 &\geq 22,798 \quad \text{..... OK !!}
 \end{aligned}$$

Karena  $V_r > V_u$ , maka jarak sengkang 100 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 150$

2. Balok Induk 60cm x 35cm Bentang 3

$$\text{MU LAPANGAN} = 98,0354$$

$$\text{MU TUMPUAN} = -104,754$$

$$\emptyset \text{tul.pokok} = 13 \text{ mm}$$

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

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

$$f_y = 420 \text{ MPa untuk tulangan}$$

$$\text{pokok } f'c = 30$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - P_b - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ pokok}$$

$$= 600 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 553,5 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

Mencari Rasion tulangan :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f'c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{420} 0,85 \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,030$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,030 = 0,023$$

a. Penulangan Lentur daerah lapangan

Diketahui :

Mu lapangan : 98,0354 kNm

Faktor reduksi  $\phi = 0,5$

1) Momen Nominal

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{98,0354}{0,5} = 196,07$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{420 \text{ MPA}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPA}} = 16,47$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot d} = \frac{196,07}{350 \text{ mm} \cdot 553,5 \cdot 553,5} = 1,828 \text{ MPA}$$

Menentukan  $\rho$  perlu :

$$\rho_b = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{fy}} \right) = \frac{1}{16,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 1,828}{300}} \right) = 0,0045$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min} = 0,0035$  maka digunakan  $\rho_{perlu}$

2) Luas tulangan Tarik

$$As1 = \rho \cdot b \cdot d = 0,0045 \cdot 350 \cdot 553,5 = 871,762 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{871,762}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 6,571$$

$n \approx 6,571 \approx 7$  batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 7 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 928,655 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tarik :  $As \text{ ada} = 7 \text{ } \emptyset 13 = 928,655 \text{ mm}^2 > As$   
 perlu = 871,762 mm<sup>2</sup>.....oke

4) Luas Tulangan Tekan

$$As1 = \phi \rho \cdot b \cdot d = 0,0045 \cdot 350 \cdot 553,5 = 435,881 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{435,881}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 3,286$$

$n \approx 3,286 \approx 4$  batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 530,66 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tekan : As ada =  $4 \text{ } \emptyset 13 = 530,66 \text{ mm}^2 > \text{As perlu}$   
 .....oke

b. Penulangan lentur tumpuan

Diketahui :

Mu tumpuan : 104,754 kNm

Faktor reduksi  $\phi = 0,5$

1) Momen Nominal

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{104,754}{0,5} = 209,58$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420 \text{ MPA}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPA}} = 16,47$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot d} = \frac{209,58}{350 \text{ mm} \cdot 553,5 \cdot 553} = 1,954 \text{ MPA}$$

Menentukan  $\rho$  perlu :

$$\rho_b = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 1,954}{420}} \right) = 0,0048$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min} = 0,0035$  maka digunakan  $\rho_{perlu}$

2) Luas tulangan Tarik

$$As1 = \rho \cdot b \cdot d = 0,0048 \cdot 350 \cdot 553,5 = 929,88 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{929,88}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 7,009$$

$$n = 7,009 \approx 8 \text{ batang}$$

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 8 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 1061,3 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tarik : As ada =  $8 \text{ } \emptyset 13 = 1061,3 \text{ mm}^2 > \text{As perlu}$   
 .....oke

3) Luas Tulangan Tekan

$$As1 = \phi \cdot \rho \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot 0,0048 \cdot 350 \cdot 553,5 = 464,9 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4}\pi \cdot D^2} = \frac{464,9}{\frac{1}{4}\pi \cdot 13^2} = 3,5$$

$n = 3,5 \approx 4$  batang

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4}\pi \cdot d \cdot d = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 530,66 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tekan : As ada =  $4 \text{ } \varnothing 13 = 530,66 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu}$

.....oke

### c. Tulangan Geser

#### 1) Penulangan geser tumpuan

$$V_u : 88,741 \text{ kN}$$

$$\varnothing_{\text{tul.sengkan}} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 600 \text{ mm} \quad b = 300 \text{ mm}$$

$$f_y = 300 \text{ MPa} \text{ untuk tulangan pokok}$$

$$f'_c = \text{MPa} \leq 30 \text{ MPa} \text{ maka } \beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - P_b - \varnothing_{\text{sengkan}} - \frac{1}{2} \varnothing_{\text{pokok}} = 600 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 553,5 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

$$V_u = \text{kN (hasil Analisa Struktur)}$$

$$V_u (\text{Tumpuan}) = 88,741 \text{ kN}$$

$$V_u (\text{Lapangan}) = 44,37 \text{ kN}$$

$$\text{Diameter Sengkan} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

Luas Penampang Sengkan :

$$A_v = \frac{75\sqrt{f'_c \cdot b \cdot d}}{1200 \cdot f_y} = \frac{75\sqrt{30 \cdot 350 \cdot 553,5}}{1200 \cdot 420} = 165.802 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar Sengkan} : s = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkan Maksimum} : s_{\text{max}} = 300 \text{ mm}$$



- Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$s \leq s_{max}$$

$$100,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 350 \cdot 553,5 \cdot 10^{-3} = 176,845$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{165.802 \cdot 420 \cdot 553,5}{100 \cdot 10^3} = 192,719$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$V_n = V_c + V_s$$

$$= 176,845 + 192,719$$

$$= 369,564 \text{ kN}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r = \phi V_n$$

$$= 0,5 \cdot 369,564 \text{ kN}$$

$$= 184,782$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r \geq V_u$$

$$184,782 \text{ kN} \geq 88,741 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Karena  $V_r > V_u$  , maka jarak sengkang 100 mm dapat dipakai.  
Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 100$

2) Penulangan geser lapangan

Penyelesaian :

$$V_u : 15,271 \text{ kN}$$

$$\text{Diameter Sengkang} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak antar Sengkang} : s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{max} = 300 \text{ mm}$$

- Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$s \leq s_{max}$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 350 \cdot 553,5 \cdot 10^{-3} = 176,845$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{165.802 \cdot 420 \cdot 553,5}{150 \cdot 10^3} = 256,959$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$V_n = V_c + V_s$$

$$= 176,845 + 256,959$$

$$= 433,805 \text{ kN}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r = \phi V_n$$

$$= 0,5 \cdot 433,805 \text{ kN}$$

$$= 216,902$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$V_u = 44,37$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r \geq V_u$$

$$216,902 \geq 44,37 \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Karena  $V_r > V_u$  , maka jarak sengkang 100 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\varnothing 10 - 150$

### 3. Balok Anak 45cm x 20cm Bentang 600cm

Diketahui :

Mu lapangan : 50,9009 kNm

Faktor reduksi  $\phi = 0,5$

Øtul.pokok = 13 mm

h = 700 mm

b = 450 mm

fy = 420 MPa untuk tulangan

pokok f'c 30

$\beta_1 = 0,85$

Pb = 30 mm

d = h - Pb - Ø sengkang - ½ Ø pokok  
= 400 - 30 - 10 - ½ 13 = 353,5 mm

Penyelesaian :

Mencari Rasion tulangan :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{420} \cdot 0,85 \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,030$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,030 = 0,023$$

a. Penulangan Lentur daerah lapangan

1) Momen Nominal

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{50,9009}{0,5} = 101,801$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420 \text{ MPA}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPA}} = 16,47$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot d} = \frac{101,801}{250 \text{ mm} \cdot 353,5 \cdot 353,5} = 3,258 \text{ MPA}$$

Menentukan  $\rho$  perlu :

$$\rho_b = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 3,258}{300}} \right) = 0,008$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min} = 0,0035$  maka digunakan  $\rho_{min}$

2) Luas Tulangan Tarik

$$As1 = \rho \cdot b \cdot d = 0,008 \cdot 250 \cdot 353,5 = 707 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}\pi \cdot D^2} = \frac{707}{\frac{1}{4}\pi \cdot 13^2} = 5,329$$

n 5,329  $\approx$  6 batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4}\pi \cdot d \cdot d = 6 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 795,99 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tarik : As ada = 6  $\emptyset$  13 = 795,99 mm<sup>2</sup> > As perlu = 707 mm<sup>2</sup>.....oke

3) Luas Tulangan Tekan

$$As1 = \phi \rho \cdot b \cdot d = 0,008 \cdot 350 \cdot 553,5 = 353,5 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}\pi \cdot D^2} = \frac{353,5}{\frac{1}{4}\pi \cdot 13^2} = 2,664$$

n 2,664  $\approx$  3 batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4}\pi \cdot d \cdot d = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 397,995 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tekan : As ada = 3  $\emptyset$  13 = 397,995 mm<sup>2</sup> > As perlu .....oke

b. Penulangan lentur tumpuan

Diketahui :

Mu tumpuan : 60,6208kNm

Faktor reduksi  $\phi = 0,5$

1) Momen Nominal

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{60,6208}{0,5} = 121,241$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{420 \text{ MPA}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPA}} = 16,47$$

$$R_n = \frac{Mn}{b \cdot d \cdot d} = \frac{121,241}{250 \text{ mm} \cdot 353,5 \cdot 353,5} = 3,888 \text{ MPA}$$

Menentukan  $\rho$  perlu :

$$\rho_b = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m.Rn}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 3,888}{420}} \right) = 0,01$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min} = 0,0035$  maka digunakan  $\rho_{perlu}$

2) Luas tulangan Tarik

$$As1 = \rho \cdot b \cdot d = 0,01 \cdot 250 \cdot 353,5 = 883,75 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{883,75}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 6,661$$

$n \approx 7$  batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 7 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 928,655 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tarik :  $As \text{ ada} = 6 \text{ } \emptyset 13 = 928,655 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} = 883,75 \text{ mm}^2 \dots \text{oke}$

3) Luas Tulangan Tekan

$$As1 = \phi \rho \cdot b \cdot d = 0,01 \cdot 250 \cdot 353,5 = 441,875 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{441,875}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 3,33$$

$n \approx 4$  batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 530,66 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tekan :  $As \text{ ada} = 4 \text{ } \emptyset 13 = 530,66 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} \dots \text{oke}$

c. Tulangan Geser

1) Penulangan geser tumpuan

$$Vu : 46,046 \text{ kN}$$

$$\emptyset_{tul.sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm} \quad b = 250 \text{ mm}$$

$$f_y = 300 \text{ MPa} \text{ untuk tulangan pokok}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa} \leq 30 \text{ MPa} \text{ maka } \beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - P_b - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ pokok}$$

$$= 400 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 353,5 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

$$V_u = \text{kN ( hasil Analisa Struktur)}$$

$$V_u \text{ ( Tumpuan )} = 46,046 \text{ kN}$$

$$V_u \text{ ( Lapangan )} = 23,23 \text{ kN}$$

$$\text{Diameter Sengkang} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

Luas Penampang Sengkang :

$$A_v = \frac{75 \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d}{1200 \cdot f_y} = \frac{75 \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 353,5}{1200 \cdot 420} = 72,031 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar Sengkang} : s = 100 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{\max} = 300 \text{ mm}$$

- Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$s \leq s_{\max}$$

$$100,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 353,5 \cdot 10^{-3} = 80,674$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{72,031 \cdot 420 \cdot 553,5}{100 \cdot 10^3} = 167,450$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$V_n = V_c + V_s$$

$$= 80,674 + 167,450$$

$$= 248,124 \text{ kN}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r = \phi V_n$$

$$= 0,5 \cdot 248,124 \text{ kN}$$



$$= 124,062$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r \geq V_u$$

$$124,062 \text{ kN} \geq 46,046 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!}$$

Karena  $V_r > V_u$ , maka jarak sengkang 100 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 100$

2) Penulangan geser lapangan

Penyelesaian :

$$V_u : 23,23 \text{ kN}$$

$$\text{Diameter Sengkang} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

$$\text{Luas Penampang Sengkang} : A_v = 2 \left[ \frac{1}{4} \pi d_s^2 \right]$$

$$= 157,08 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar Sengkang} : s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{\max} = 300 \text{ mm}$$

• Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$s \leq s_{\max}$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 353,5 \cdot 10^{-3} = 80,674$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{80,674 \cdot 420 \cdot 353,5}{150 \cdot 10^3} = 79,851$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$V_n = V_c + V_s$$

$$= 80,674 + 79,851$$

$$= 160,525$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &= \phi V_n \\ &= 0,5 \cdot 160,525 \text{ kN} \\ &= 80,262 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$V_u =: 23,23$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 80,262 &\geq 23,23 \quad \text{..... OK !!} \end{aligned}$$

Karena  $V_r > V_u$ , maka jarak sengkang 100 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 150$

4. Balok Anak 40cm x 25cm Bentang 300 cm

10,9272 lapangan  
-14,277 Tumpuan

Tulangan Lentur

$$\emptyset_{\text{tul.pokok}} = 13 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm}$$

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

$$f_y = 420 \text{ MPa untuk tulangan}$$

$$\text{pokok } f'c = 30$$

$$\beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} d &= h - P_b - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ pokok} \\ &= 400 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 353,5 \text{ mm} \end{aligned}$$

Penyelesaian :

Mencari Rasion tulangan :

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003$$

$$\rho_b = \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) = \frac{0,85 \cdot 25}{420} 0,85 \left( \frac{600}{600 + 420} \right) = 0,030$$

$$\rho_{maks} = 0,75 \cdot \rho_b = 0,75 \cdot 0,030 = 0,023$$

a. Penulangan Lentur daerah lapangan

Diketahui :

Mu lapangan : 10,927kNm

Faktor reduksi  $\phi = 0,5$

1) Momen Nominal

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{10,927}{0,5} = 21,854$$

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420 \text{ MPA}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPA}} = 16,47$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot d} = \frac{21,854}{250 \text{ mm} \cdot 353,5 \cdot 353,5} = 0,699 \text{ MPA}$$

Menentukan  $\rho$  perlu :

$$\rho_b = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{f_y}} \right) = \frac{1}{16,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 0,699}{420}} \right) = 0,001$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min} = 0,0035$  maka digunakan  $\rho_{min}$

2) Luas tulangan tarik

$$As1 = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 250 \cdot 353,5 = 309,312 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{309,312}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 2,31$$

$n \approx 3$  batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 397,995 \text{ mm}^2$$

Tulangan Tarik :  $As \text{ ada} = 3 \text{ } \emptyset 13 \text{ } 397,995 \text{ mm}^2 > As \text{ perlu} = \text{mm}^2 \dots \dots \text{oke}$

3) Luas Tulangan tekan

$$As1 = \phi \rho \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot 0,0035 \cdot 250 \cdot 353,5 = 154,656 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}\pi \cdot D^2} = \frac{154,656}{\frac{1}{4}\pi \cdot 13^2} = 1,17$$

n 1,17 ≈ 2 batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4}\pi \cdot d \cdot d = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 265,33 \text{ mm}^2$$

Tulangan tekan : As ada = 2 Ø 13 = 265,33 mm<sup>2</sup> > As perlu

.....oke

b. Penulangan lentur tumpuan

Diketahui :

Mu tumpuan : 14,271 kNm

Faktor reduksi  $\phi = 0,5$

1) Momen Nominal

$$M_n = \frac{Mu}{\phi} = \frac{14,271}{0,5} = 28,542$$

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{420 \text{ MPA}}{0,85 \cdot 30 \text{ MPA}} = 16,47$$

$$R_n = \frac{M_n}{b \cdot d \cdot d} = \frac{28,542}{250 \text{ mm} \cdot 353,5 \cdot 353,5} = 0,913 \text{ MPA}$$

Menentukan  $\rho$  perlu :

$$\rho_b = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_n}{fy}} \right) = \frac{1}{16,47} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,47 \cdot 0,913}{420}} \right) = 0,002$$

Karena  $\rho_{perlu} < \rho_{min} = 0,0035$  maka digunakan  $\rho_{min}$

2) Luas tulangan tarik

$$As1 = \rho \cdot b \cdot d = 0,0035 \cdot 250 \cdot 353,5 = 309,312 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{As}{\frac{1}{4}\pi \cdot D^2} = \frac{309,312}{\frac{1}{4}\pi \cdot 13^2} = 2,31$$

n 2,31 ≈ 3 batang

$$As \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4}\pi \cdot d \cdot d = 3 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 397,995 \text{ mm}^2$$

Tulangan tarik :  $A_s \text{ ada} = 3 \text{ } \emptyset 13 = 397,995 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} = \text{mm}^2 \dots \text{oke}$

3) Luas Tulangan Tekan

$$A_{s1} = \phi \rho \cdot b \cdot d = 0,5 \cdot 0,0035 \cdot 250 \cdot 353,5 = 154,656 \text{ mm}^2$$

$$n = \frac{A_s}{\frac{1}{4} \pi \cdot D^2} = \frac{154,656}{\frac{1}{4} \pi \cdot 13^2} = 1,17$$

$n \ 1,17 \approx 2$  batang

$$A_s \text{ pakai} = n \cdot \frac{1}{4} \pi \cdot d \cdot d = 2 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 13 \cdot 13 = 265,33 \text{ mm}^2$$

Tulangan tekan :  $A_s \text{ ada} = 2 \text{ } \emptyset 13 = 265,33 \text{ mm}^2 > A_s \text{ perlu} \dots \text{oke}$

c. Tulangan Geser

1) Penulangan geser tumpuan

$$V_u : 12,178 \text{ kN}$$

$$\emptyset \text{ tul. sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 400 \text{ mm} \quad b = 250 \text{ mm}$$

$$f_y = 300 \text{ MPa} \text{ untuk tulangan pokok}$$

$$f'_c = 30 \text{ MPa} \leq 30 \text{ MPa} \text{ maka } \beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - P_b - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ pokok} \\ = 400 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 353,5 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

$$V_u = \text{kN (hasil Analisa Struktur)}$$

$$V_u \text{ (Tumpuan)} = 12,178 \text{ kN}$$

$$V_u \text{ (Lapangan)} = 6,089 \text{ kN}$$

$$\text{Diameter Sengkang} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

Luas Penampang Sengkang :

$$A_v = \frac{75 \sqrt{f'_c} \cdot b \cdot d}{1200 \cdot f_y} = \frac{75 \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 353,5}{1200 \cdot 420} = 72,031 \text{ mm}^2$$

Jarak antar Sengkang :  $s = 100 \text{ mm}$

Jarak Sengkang Maksimum :  $s_{\max} = 300 \text{ mm}$

- Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$s \leq s_{\max}$$
$$100,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 353,5 \cdot 10^{-3} = 80,674$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{72,031 \cdot 420 \cdot 553,5}{100 \cdot 10^3} = 167,450$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$V_n = V_c + V_s$$
$$= 80,674 + 167,450$$
$$= 248,124 \text{ kN}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r = \phi V_n$$
$$= 0,5 \cdot 248,124 \text{ kN}$$
$$= 124,062$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r \geq V_u$$
$$124,062 \text{ kN} \geq 12,178 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Karena  $V_r > V_u$ , maka jarak sengkang 100 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 100$

## 2) Penulangan geser lapangan

Penyelesaian :

$$V_u : 23,23 \text{ kN}$$

Diameter Sengkang :  $d_s = 10,00 \text{ mm}$

$$\text{Luas Penampang Sengkang} : A_v = 2 \left[ \frac{1}{4} \pi d_s^2 \right]$$
$$= 157,08 \text{ mm}^2$$

Jarak antar Sengkang :  $s = 150 \text{ mm}$



Jarak Sengkang Maksimum :  $s_{max} = 300 \text{ mm}$

- Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$s \leq s_{max}$$
$$150,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 250 \cdot 353,5 \cdot 10^{-3} = 80,674$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{80,674 \cdot 420 \cdot 353,5}{150 \cdot 10^3} = 79,851$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$V_n = V_c + V_s$$
$$= 80,674 + 79,851$$
$$= 160,525$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r = \phi V_n$$
$$= 0,5 \cdot 160,525 \text{ kN}$$
$$= 80,262$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$V_u = 6,089$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$V_r \geq V_u$$
$$80,262 \geq 6,089 \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Karena  $V_r > V_u$ , maka jarak sengkang 100 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 150$

#### 4.5.2 Kolom

1. Kolom 1 70 x 70 cm

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton :  $f_c = 30 \text{ MPa}$

Tegangan Leleh Baja :  $f_y = 420,00 \text{ MPa}$

Faktor Reduksi Geser :  $\phi_s = 0,5$

Dimensi Kolom

Lebar Kolom :  $b = 600 \text{ mm}$

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

Selimit Beton :  $d' = 30 \text{ mm}$

Tinggi Efektif Beton :  $d = h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi_D$

$$= 600 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13$$

$$= 553,5 \text{ mm}$$

$$P_u = -693,31 \text{ KN}$$

$$V_u = -51,793 \text{ KN}$$

$$M_{u1} = -121,55 \text{ KN}$$

$$M_{u2} = 111,898 \text{ KN}$$

a. Tulangan Utama Kolom

1) Menentukan rasio tulangan

$P_{min} = 1\%$  dan  $P_{max}$  dari luas penampang kolom, dalam perencanaan kolom ini asumsikan menggunakan rasio tulangan yang sering yang di gunakan pada gedung bertingkat yaitu sebesar 3% atau 0.03

$$P = P' = \frac{A_s}{b \cdot d} = P_g = 3\%$$

$$0,03 = \frac{A_s}{600 \cdot 553,5}$$

$$A_s = 0,03 \cdot 600 \cdot 553,5 = 9963 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_s' = 9963 \text{ mm}^2, \text{ dicoba } A_s' = A_s' = 22D13$$

$$A_s = 22/4 \pi 13^2 = 2918,63$$

$$P_{akt} = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{2918,63}{600 \cdot 553,5} = 0,008$$

2) Eksentritas Beban

$$e_t = \frac{M_u}{P_u} = \frac{111,898}{639,31} = 0,175 \text{ m} = 175 \text{ mm}$$

3) Luas Tulangan Toyal

$$A_{st} = 2 \cdot A_s = 2 \cdot 2918,63 = 5837,26 \text{ mm}^2$$

4) Luas Penampang Kolom

$$A_g = b \cdot h = 600 \cdot 600 = 360000 \text{ mm}^2$$

Cek apakah eksentrisitas ( $e$ ) lebih besartau lebih kecil dari pada eksetrisitas balance ( $e_b$ ) :

$$C_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \cdot 553,5}{600 + 420} = 325,588 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \beta_1 \cdot C_b = 0,85 \cdot 325,588 = 276,749 \text{ mm}$$

$$f'_s = 600 \cdot \left( \frac{C_b - d'}{C_b} \right) \\ = 600 \cdot \left( \frac{325,588 - 30}{325,588} \right) = 544,227 \text{ Mpa}$$

$$\phi P_{nb} = 0,5 \cdot [0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot \alpha_b + A_{s'} \cdot f_y] \\ = 0,5 \cdot [0,85 \cdot 30 \cdot 600 \cdot 276,749 + 2918,63 \cdot 420] \cdot 10^{-3} \\ = 2730,042 \text{ KN}$$

$$M_{nb} = N_{D1} + N_{D2}$$

$$M_{nb} = 0,5 \cdot [0,5 \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot \alpha_b \cdot \left( d - \frac{\alpha_b}{2} \right) + 0,65 \cdot f'_s \cdot A_s \cdot (d - d')] \cdot 10^{-6} \\ = 0,5 \cdot [0,5 \cdot 0,85 \cdot 30 \cdot 600 \cdot 173,655 \cdot \left( 340,5 - \frac{173,655}{2} \right) + 0,5 \cdot 544,227 \cdot (553,5 - 30)] \cdot 10^{-6} \\ = 625,98 \text{ KN}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{625,98 \cdot 10^3}{2730,042} = 229,296 \text{ mm}$$

$$= 229,296 \text{ mm} > e_t = 175$$

Karena  $e_b > e$ , maka keruntuhan kolom berupa keruntuhan tekan.

5) Kekuatan penampang :

Persamaan Whitney untuk kolom persegi gagal tekan menentukan :

$$\begin{aligned}
 P_n &= \frac{A_s' \cdot f_y}{\frac{e}{(d-d')} + 0,5} + \frac{A_g \cdot f_c'}{\frac{3 \cdot h \cdot e}{d^2} + 1,18} \\
 &= \frac{2918,63 \cdot 420}{\frac{175}{(553,5-30)} + 0,5} + \frac{360000 \cdot 30}{\frac{3 \cdot 600 \cdot 175}{340,5^2} + 1,18} \cdot 10^{-3} \\
 &= 2318,267 \text{ KN}
 \end{aligned}$$

$$P_n \phi = 2318,267 \cdot 0,5 = 1159,133 \text{ KN}$$

$$P_n \phi = 1159,133 \text{ KN} > P_u = 639,31 \text{ KN}$$

$$\begin{aligned}
 MR &= \phi P_n \cdot e \\
 &= (1159,133 \cdot 175) \cdot 10^{-3} \\
 &= 202,848 \text{ KN/m} > M_u = 111,898 \text{ KN/m}
 \end{aligned}$$

Dengan demikian penampang kolom 60 x 60 cm tersebut dapat digunakan dan tulangan yang dipakai pada kolom 22 D13 (As = 2918,63 mm<sup>2</sup>)

b. Tulangan Geser Kolom

$$V_u : 51,795 \text{ kN}$$

$$\text{Øtul.sengkang} = 10 \text{ mm}$$

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

$$f_y = 420 \text{ MPa} \text{ untuk tulangan pokok}$$

$$f_c = \text{MPa} \leq 30 \text{ MPa} \text{ maka } \beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned}
 d &= h - P_b - \text{Ø sengkang} - \frac{1}{2} \text{Ø pokok} \\
 &= 600 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 553,5 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Penyelesaian :

$$\text{Diameter Sengkang} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

Luas Penampang Sengkang :

$$A_v = \frac{75 \sqrt{f_c' \cdot b \cdot d}}{1200 \cdot f_y} = \frac{75 \sqrt{30 \cdot 500 \cdot 553,5}}{1200 \cdot 420} = 225,268 \text{ mm}^2$$

Jarak antar Sengkang :  $s = 150 \text{ mm}$

Jarak Sengkang Maksimum :  $s_{\max} = 300 \text{ mm}$

- Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser kolom

$$s \leq s_{\max}$$
$$100,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 600 \cdot 553,5 \cdot 10^{-3} = 248,392$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{248,392 \cdot 420 \cdot 553,5}{150 \cdot 10^3} = 384,957$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$V_n = V_c + V_s$$
$$= 248,392 + 384,957$$
$$= 633,349 \text{ kN}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r = \phi V_n$$
$$= 0,5 \cdot 633,349 \text{ kN}$$
$$= 316,674 \text{ kN}$$

Gaya Geser Ultimate Kolom

$$V_u = 51,785 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$
$$316,674 \text{ kN} \geq 51,785 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Karena  $V_r > V_u$ , maka jarak sengkang 150 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 150$

#### 4. Kolom 50 x 50

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton :  $f_c = 30 \text{ MPa}$

Tegangan Leleh Baja :  $f_y = 420,00 \text{ MPa}$

Faktor Reduksi Geser :  $\phi_s = 0,5$

### Dimensi Kolom

$$\text{Lebar Kolom} : b = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi Kolom} : h = 500 \text{ mm}$$

$$\text{Selimut Beton} : d' = 30 \text{ mm}$$

$$\text{Tinggi Efektif Beton} : d = h - p - \phi_s - \frac{1}{2} \phi D$$

$$= 500 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13$$

$$= 453,5 \text{ mm}$$

$$P_u = -185,734 \text{ KN} \quad V_u = 25,956 \text{ KN}$$

$$M_{u1} = -57,574 \text{ KN} \quad M_{u2} = 61,567 \text{ KN}$$

### c. Tulangan Utama Kolom

#### 1) Menentukan rasio tulangan

P min = 1% dan P max dari luas penampang kolom , dalam perencanaan kolom ini asumsikan menggunakan rasio tulangan yang sering yang di gunakan pada gedung bertingkat yaitu sebesar 3% atau 0.03

$$P = P' = \frac{A_s}{b \cdot d} = P_g = 3\%$$

$$0,03 = \frac{A_s}{500 \cdot 453,5}$$

$$A_s = 0,03 \cdot 500 \cdot 453,5 = 6802,5 \text{ mm}^2$$

$$A_s = A_s' = 9963 \text{ mm}^2, \text{ dicoba } A_s' = A_s' = 18D13$$

$$A_s = 18/4 \pi 13^2 = 2387,97 \text{ mm}^2$$

$$P_{akt} = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{2387,97}{500 \cdot 453,5} = 0,01$$

#### 2) Eksentritas Beban

$$e_t = \frac{M_u}{P_u} = \frac{61,567}{185,734} = 0,331 \text{ m} = 331 \text{ mm}$$

#### 3) Luas Tulangan Toyal

$$A_{st} = 2 \cdot A_s = 2 \cdot 2387,97 = 4775,94 \text{ mm}^2$$



4) Luas Penampang Kolom

$$A_g = b \cdot h = 500 \cdot 500 = 250000 \text{ mm}^2$$

Cek apakah eksentrisitas (e) lebih besar atau lebih kecil dari pada eksentrisitas balance (e<sub>b</sub>) :

$$C_b = \frac{600 \cdot d}{600 + f_y} = \frac{600 \cdot 453,5}{600 + 420} = 266,764 \text{ mm}$$

$$\alpha_b = \beta_1 \cdot C_b = 0,85 \cdot 266,764 = 226,749 \text{ mm}$$

$$f'_s = 600 \cdot \left( \frac{C_b - d'}{C_b} \right)$$

$$= 600 \cdot \left( \frac{266,764 - 30}{266,764} \right) = 523,524 \text{ Mpa}$$

$$\phi P_{nb} = 0,5 \cdot [0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot \alpha_b + A_s' \cdot f_y]$$

$$= 0,5 \cdot [0,85 \cdot 30 \cdot 500 \cdot 226,749 + 2387,97 \cdot 420] \cdot 10^{-3}$$

$$= 1946,794 \text{ KN}$$

$$M_{nb} = N_{D1} + N_{D2}$$

$$M_{nb} = 0,5 \cdot \left[ 0,5 \cdot 0,85 \cdot f'_c \cdot b \cdot \alpha_b \cdot \left( d - \frac{\alpha_b}{2} \right) + 0,5 \cdot f'_s \cdot A_s \cdot (d - d') \right] \cdot 10^{-6}$$

$$= 0,5 \cdot \left[ 0,5 \cdot 0,85 \cdot 30 \cdot 500 \cdot 226,749 \cdot \left( 453,5 - \frac{226,749}{2} \right) + 0,5 \cdot 523,524 \cdot (453,5 - 30) \right] \cdot 10^{-6}$$

$$= 272,51 \text{ KN}$$

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}} = \frac{272,51 \cdot 10^3}{1946,794} = 139,978 \text{ mm}$$

$$= 139,97 \text{ mm} < e_t = 331 \text{ mm}$$

Karena  $e_b < e$ , maka keruntuhan kolom berupa keruntuhan tarik.

10) Kapasitas Penampang Pada keruntuhan Tarik

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,470$$

$$m' = m - 1 = 16,470 - 1 = 15,470$$

$$\rho = \frac{A_s}{b \cdot d} = \frac{2387,973}{500 \cdot 453,5} = 0,01$$

$$\rho' = \frac{A_{s'}}{b \cdot d} = \frac{4775,94}{500 \cdot 453,5} = 0,021$$

$$P_n = 0,85 \cdot f'c \cdot b \cdot d + [p' \cdot m' \cdot -pm + 1 - \frac{e'}{d} + \{ (1 - \frac{e'}{d}) + 2(\frac{e'}{d} (p \cdot m - p' \cdot m' (1 - \frac{d'}{d})) \}^{1/2}$$

$$P_n = 0,85 \cdot 30 \cdot 500 \cdot 453,5 + [0,021' \cdot 15,47 \cdot -0,01 \cdot 16,47 + 1 - \frac{331}{453,5} + \{ (1 - \frac{331}{453,5}) + 2(\frac{331}{453,5} (0,021' \cdot 15,47 \cdot -0,01 \cdot 16,47 (1 - \frac{30'}{453,5})) \}^{1/2}$$

$$= 5782,126 \text{ kn.m}$$

$P_n > P_u$  ..... OKE!!!

Dengan demikian penampang kolom 50 x 50 cm tersebut dapat digunakan dan tulangan yang dipakai pada kolom 18 D13.

d. Tulangan Geser Kolom

$$V_u : 25,956 \text{ kN}$$

$$\emptyset \text{ tul. sengkang} = 10 \text{ mm}$$

$$h = 500 \text{ mm} \quad b = 600 \text{ mm}$$

$$f_y = 420 \text{ MPa} \text{ untuk tulangan pokok}$$

$$f'c = \text{MPa} \leq 30 \text{ MPa} \text{ maka } \beta_1 = 0,85$$

$$P_b = 30 \text{ mm}$$

$$d = h - P_b - \emptyset \text{ sengkang} - \frac{1}{2} \emptyset \text{ pokok}$$

$$= 500 - 30 - 10 - \frac{1}{2} 13 = 453,5 \text{ mm}$$

Penyelesaian :

$$\text{Diameter Sengkang} : d_s = 10,00 \text{ mm}$$

Luas Penampang Sengkang :

$$A_v = \frac{75 \sqrt{f'c \cdot b \cdot d}}{1200 \cdot f_y} = \frac{75 \sqrt{30 \cdot 500 \cdot 453,5}}{1200 \cdot 420} = 184,815 \text{ mm}^2$$

$$\text{Jarak antar Sengkang} : s = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{\text{max}} = 300 \text{ mm}$$

### Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

$$s \leq s_{\max}$$
$$100,00 \text{ mm} \leq 300 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

### Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$V_c = \frac{1}{6} \sqrt{f_c} \cdot b \cdot d = \frac{1}{6} \sqrt{30} \cdot 500 \cdot 453,5 \cdot 10^{-3} = 184,815$$

$$V_s = \frac{A_v \cdot f_y \cdot d}{s} = \frac{184,815 \cdot 420 \cdot 453,5}{150 \cdot 10^3} = 234,722$$

### Kuat Geser Nominal Balok

$$V_n = V_c + V_s$$
$$= 184,815 + 234,722$$
$$= 418,907 \text{ kN}$$

### Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r = \phi V_n$$
$$= 0,5 \cdot 391,808 \text{ kN}$$
$$= 195,904$$

### Gaya Geser Ultimate Kolom

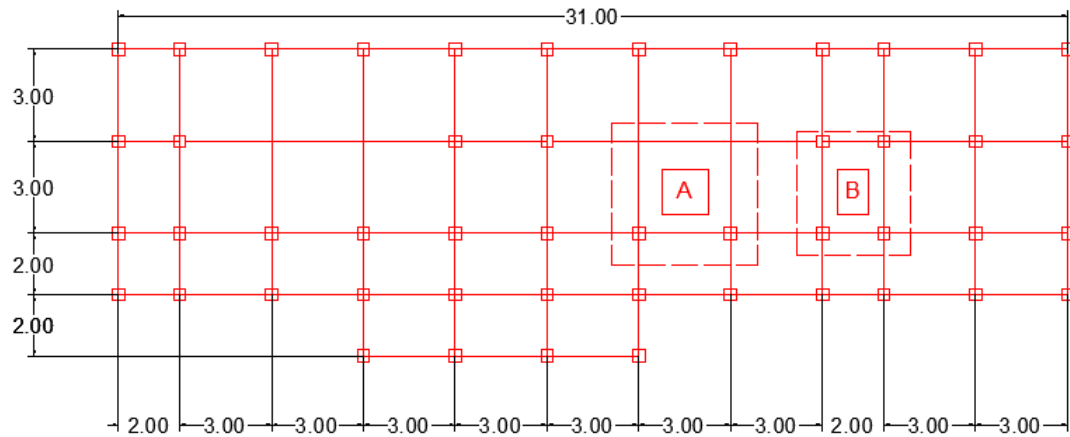
$$V_u = 25,959 \text{ kN}$$

### Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$V_r \geq V_u$$
$$418,907 \text{ kN} \geq 25,959 \text{ kN} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Karena  $V_r > V_u$  , maka jarak sengkang 150 mm dapat dipakai. Maka, tulangan geser yang dipakai  $\emptyset 10 - 150$

### 4.5.3 Plat



Gambar 4.13 s  
(Sumber : AutoCad )

Dari denah Pelat dapat dilihat bahwa pelat dapat dikategorikan sebagai berikut :

Bentang bersih Pelat A :

$$\begin{aligned}L_y &= l_y - (\frac{1}{2} \cdot b_i + \frac{1}{2} b_i) \\ &= 3000 \text{ mm} - (\frac{1}{2} \cdot 350 \text{ mm} + \frac{1}{2} 350 \text{ mm}) \\ &= 2725 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_x &= l_x - (\frac{1}{2} \cdot b_i + \frac{1}{2} b_i) \\ &= 3000 \text{ mm} - (\frac{1}{2} \cdot 350 \text{ mm} + \frac{1}{2} 350 \text{ mm}) \\ &= 2650 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\beta = \frac{l_y}{l_x} = \frac{2725}{2650} = 1.028 < 2 \text{ maka termasuk pelat dua arah (PLAT A)}$$

Bentang bersih Pelat B :

$$\begin{aligned}L_x &= l_x - (\frac{1}{2} \cdot b_i + \frac{1}{2} b_i) \\ &= 2000 \text{ mm} - (\frac{1}{2} \cdot 350 \text{ mm} + \frac{1}{2} 250 \text{ mm}) \\ &= 1650 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}L_y &= l_y - (\frac{1}{2} \cdot b_i + \frac{1}{2} b_i) \\ &= 3000 \text{ mm} - (\frac{1}{2} \cdot 350 \text{ mm} + \frac{1}{2} 350 \text{ mm}) \\ &= 2650 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\beta = \frac{l_y}{l_x} = \frac{2650}{1650} = 1,6 < 2 \text{ maka termasuk pelat dua arah (PLAT B)}$$

Beban yang terjadi pada Plat Atap

$$W_{DL} \text{ Dak Atap} = 103 \text{ kg/m}^2$$

$$W_{LL} \text{ Dak Atap} = 250 \text{ kg/m}^2$$

Beban terfaktor =

$$W_u = 1,2 W_{DL} + 1,6 W_{LL}$$

$$= 1,2 \cdot 103 + 1,6 \cdot 250$$

$$= 523 \text{ kg/m}^2$$

$$= 5,23 \text{ kN/m}^2$$

Momen di dalam pelat persegi yang menumpu pada keempat tepinya  
akibat beban terbagi rata

$l_y/l_x$		1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	>2,5
I	Mix = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	44	52	59	66	73	78	84	88	93	97	100	103	106	108	110	112	125
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	44	45	45	44	44	43	41	40	39	38	37	36	35	34	33	32	25
II	Mix = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	21	25	28	31	34	36	37	38	40	40	41	41	41	42	42	42	42
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	21	21	20	19	18	17	16	14	13	12	12	11	11	11	10	10	8
III	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	52	59	64	69	73	76	79	81	82	83	83	83	83	83	83	83	83
	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	52	54	56	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57
IVB	Mix = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	28	33	38	42	45	48	51	53	55	57	58	59	59	60	61	61	63
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	28	28	28	27	26	25	23	23	22	21	19	18	17	17	16	16	13
IVB	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	68	77	85	92	98	103	107	111	113	116	118	119	120	121	122	122	125
	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	68	72	74	76	77	77	78	78	78	78	79	79	79	79	79	79	79
IVB	Mix = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	22	28	34	42	49	55	62	68	74	80	85	89	93	97	100	103	125
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	32	35	37	39	40	41	41	41	41	40	39	38	37	36	35	35	25
IVB	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	70	79	87	94	100	105	109	112	115	117	119	120	121	122	123	123	125
	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	32	34	36	38	39	40	41	41	42	42	42	42	42	42	42	42	42
IVB	Mix = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	22	20	18	17	15	14	13	12	11	10	10	9	9	9	9	9	8
	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	70	74	77	79	81	82	83	84	84	84	84	84	83	83	83	83	83
VA	Mtx = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	31	38	45	53	60	66	72	78	83	88	92	96	99	102	105	108	125
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	37	39	41	41	42	42	41	41	40	39	38	37	36	35	34	33	25
VA	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	84	92	99	104	109	112	115	117	119	121	122	122	123	123	124	124	125
	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	37	41	45	48	51	53	55	56	58	59	60	60	60	61	61	62	63
VB	Mix = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	31	30	28	27	25	24	22	21	20	19	18	17	17	16	16	15	13
VB	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	84	92	98	103	108	111	114	117	119	120	121	122	122	123	123	124	125
	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	21	26	31	36	40	43	46	49	51	53	55	56	57	58	59	60	63
VIA	Mix = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	26	27	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	19	18	13
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	26	27	28	27	26	25	23	22	21	21	20	20	19	19	19	18	13
VIA	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	55	65	74	82	89	94	99	103	106	110	114	116	117	118	119	120	125
	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	60	65	69	72	74	76	77	78	78	78	78	78	78	78	78	79	79
VIB	Mix = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	26	29	32	35	36	38	39	40	40	41	41	42	42	42	42	42	42
	Mly = +0,001 qlx <sup>2</sup> X	21	20	19	18	17	15	14	13	12	12	11	11	10	10	10	10	8
VIB	Mtx = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	60	66	71	74	77	79	80	82	83	83	83	83	83	83	83	83	83
	Mty = -0,001 qlx <sup>2</sup> X	55	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57	57

— = Terletak bebas  
 = Terjepit penuh

Gambar 4.14 Momen Pada Plat

(Sumber : SNI Pembebanan Gedung 1983)

Perhitungan momen pelat lantai, nilai momen yang bekerja pada pelat lantai didapatkan dari tabel beton bertulang.

PLAT A

$$Mulx = 0,001 \cdot Wu \cdot lx^2 \cdot x = 0,001 \cdot 5,23 \cdot (2,65)^2 \cdot 21 = 0,816 \text{ kN.m}$$

$$Muly = 0,001 \cdot Wu \cdot ly^2 \cdot x = 0,001 \cdot 5,23 \cdot (2,725)^2 \cdot 21 = 0,771 \text{ kN.m}$$

$$M_{utx} = -0,001 \cdot W_u \cdot l_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 5,23 \cdot (2,65)^2 \cdot 52 = -1,909 \text{ kN.m}$$

$$M_{uty} = -0,001 \cdot W_u \cdot l_y^2 \cdot x = 0,001 \cdot 5,23 \cdot (2,725)^2 \cdot 52 = -2,019 \text{ kN.m}$$

PLAT B

$$M_{ulx} = 0,001 \cdot W_u \cdot l_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 5,23 \cdot (1,65)^2 \cdot 37 = 0,526 \text{ kN.m}$$

$$M_{uly} = 0,001 \cdot W_u \cdot l_y^2 \cdot x = 0,001 \cdot 5,23 \cdot (2,65)^2 \cdot 16 = 0,587 \text{ kN.m}$$

$$M_{utx} = -0,001 \cdot W_u \cdot l_x^2 \cdot x = 0,001 \cdot 5,23 \cdot (1,65)^2 \cdot 57 = -0,811 \text{ kN.m}$$

$$M_{uty} = -0,001 \cdot W_u \cdot l_y^2 \cdot x = 0,001 \cdot 5,23 \cdot (2,65)^2 \cdot 79 = -2,901 \text{ kN.m}$$

Tabel 4.7 Koefisien Momen Plat

Tipe plat	$\beta$	Koefisien Momen plat				Mulx	Mutx	Muly	Muty
		Xlx	Xtx	Xly	Xty				
A	1,08	21	52	21	52	0,816	-1,909	0,771	-2,019
B	1,6	37	57	16	79	0,526	-0,811	0,587	-2,901

Data-data :

$$\text{Mutu beton, } f_c' = 30 \text{ MPa}$$

$$\text{Mutu baja, } f_y = 420 \text{ MPa}$$

$$\text{Tebal plat, } h = 150 \text{ mm}$$

$$\text{Penutup beton, } P_b = 30 \text{ mm}$$

Diameter tulangan pokok arah x dan y adalah  $\emptyset 12$  mm.

Penyelesaian:

Mencari rasio tulangan:

$$\rho_{min} = \frac{1,4}{f_y} = \frac{1,4}{420} = 0,003 \quad \rho_{min} = \frac{\sqrt{f_c'}}{4 \cdot f_y} = \frac{\sqrt{30}}{4 \cdot 420} = 0,0032$$

Diambil nilai terbesar,  $\rho_{min} = 0,0032$

$$\begin{aligned} \rho_{max} &= 0,75 \cdot \rho_b \\ &= 0,75 \cdot 0,030 \\ &= 0,022 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}\rho b &= \frac{0,85 \cdot f_c'}{f_y} \beta_1 \left( \frac{600}{600 + f_y} \right) \\ &= \frac{0,85 \cdot 30}{420} 0,85 \left( \frac{600}{600 + 420} \right) \\ &= 0,030\end{aligned}$$

a. Pelat Tipe A

1) Pada Tumpuan

Arah X

Mutx = 1,909 kN.m

Faktor Reduksi,  $\phi = 0,5$

- Momen nominal

$$Mntx = \frac{Mutx}{\phi} = \frac{1,909}{0,5} = 3,818 \text{ kNm}$$

$$dx = h - \rho b - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } x$$

$$= 150 - 0,030 - \frac{1}{2} 12$$

$$= 143,97 \text{ mm}$$

- Koefisien tahanan

$$Rntx = \frac{Mntx}{b \cdot dx^2} = \frac{3,818 \cdot 10^6}{1000 \cdot 143,97^2} = 0,184 \text{ Mpa}$$

- Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,410$$

- Menentukan rasio tulangan perlu

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

$$= \frac{1}{16,470} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,470 \cdot 0,184}{420}} \right)$$

$$= 0,0005$$

$$\rho_{perlu\ tx} = 0,0005 < \rho_{min} = 0,003$$

Sehingga dipakai  $\rho_{min} = 0,003$

- Luas tulangan perlu

$$\begin{aligned} A_{s_{perlu\ tx}} &= \rho_{min} \cdot b \cdot dx \\ &= 0,003 \cdot 1000 \cdot 143,97 \\ &= 431,91\text{mm}^2 \end{aligned}$$

- Diameter tulangan yang dipakai

$$\emptyset = 12\text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 12^2 = 113,097\text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{431,91} = 261,858\text{ mm}$$

Dari hasil, nilai s dipakai jarak 250 mm

- Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_{s\ ada} = \frac{A \cdot b}{S_{pakai}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{250} = 452,388\text{ mm}^2$$

$$A_{s\ ada} > A_{s_{perlu}} = 431,91, \text{mm}^2$$

- Analisis kapasitas momen

$$A_{s\ ada\ x} = 452,388\text{ mm}^2$$

$$M_{ntx} = 1,909\text{kN.m}$$

$$\begin{aligned}
 a_x &= \frac{A_{s_{ada\ x}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_{c'} \cdot b} \\
 &= \frac{452,388 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\
 &= 7,451 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{n_{ada\ x}} &= A_{s_{ada\ x}} \cdot f_y \left( dx - \frac{a_x}{2} \right) \\
 &= 452,388 \cdot 420 \left( 143,97 - \frac{7,451}{2} \right) \\
 &= 26,646 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$M_{n_{ada\ x}} > M_{n_{tx}} = 3,818 \text{ kN.m} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

2) Pada Tumpuan

**Arah y**

$$M_{uty} = 2,019 \text{ kN.m}$$

Faktor Reduksi,  $\phi = 0,5$

- Momen nominal

$$M_{nty} = \frac{M_{uty}}{\phi} = \frac{2,019}{0,5} = 4,038 \text{ kN.m}$$

$$d_y = h - \rho b - \phi \text{ tulangan arah } x - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } y$$

$$= 150 - 0,003 - 12 - \frac{1}{2} 12$$

$$= 131,97 \text{ mm}$$

- Koefisien tahanan

$$R_{nty} = \frac{M_{nty}}{b \cdot d_y^2} = \frac{4,038 \cdot 10^6}{1000 \cdot (131,97)^2} = 0,231 \text{ Mpa}$$

- Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,470$$

- Menentukan rasio tulangan perlu

$$\begin{aligned} \rho_{perlu\ ty} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_{nty}}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,470} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,470 \cdot 0,231}{420}} \right) \\ &= 0,0005 \end{aligned}$$

$$\rho_{perlu\ tx} = 0,0005 < \rho_{min} = 0,003$$

Sehingga dipakai  $\rho_{min} = 0,003$

- Luas tulangan perlu

$$\begin{aligned} A_{s_{perlu\ ty}} &= \rho_{min} \cdot b \cdot d_y \\ &= 0,003 \cdot 1000 \cdot 131,97 \\ &= 395,91 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Diameter tulangan yang dipakai

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 12^2 = 113,097 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{395,91} = 285,663 \text{ mm}$$

Dari hasil, nilai s dipakai jarak 285 mm

- Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_s \text{ ada} = \frac{A \cdot b}{S_{\text{pakai}}} = \frac{113,09 \cdot 1000}{285} = 396,807 \text{ mm}^2$$

$$A_s \text{ ada} > A_s \text{ perlu} = 395,91 \text{ mm}^2$$

- Analisis kapasitas momen

$$A_s \text{ ada } y = 396,807 \text{ mm}^2$$

$$Mn_{ty} = 4,038 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned} a_y &= \frac{A_s \text{ ada } y \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{396,807 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\ &= 6,513 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Mn_{\text{ada } y} &= A_s \text{ ada } x \cdot f_y \left( dy - \frac{a_y}{2} \right) \\ &= 396,807 \cdot 420 \left( 131,97 - \frac{6,513}{2} \right) 10^{-6} \\ &= 26,795 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$Mn_{\text{ada } y} > Mn_{ty} = 4,038 \text{ kN.m} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

Jadi, tulangan tumpuan arah x pada pelat A digunakan  $\emptyset 12 - 250$  dan tumpuan arah y pada pelat A digunakan  $\emptyset 12 - 285$ .

### 3) Pada Lapangan

#### Arah X

$$M_{lx} = 0,816 \text{ kN.m}$$

$$\text{Faktor Reduksi, } \emptyset = 0,5$$

- Momen nominal

$$M_{ntx} = \frac{M_{ulx}}{\phi} = \frac{0,816}{0,5} = 1,632 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned} dx &= h - \rho b - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } x \\ &= 150 - 0,03 - \frac{1}{2} 12 \\ &= 143,97 \text{ mm} \end{aligned}$$

- Koefisien tahanan

$$R_{ntx} = \frac{M_{ntx}}{b \cdot dx^2} = \frac{1,632 \cdot 10^6}{1000 \cdot (143,97)^2} = 0,078 \text{ Mpa}$$

- Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,470$$

- Menentukan rasio tulangan perlu

$$\begin{aligned} \rho_{perlu \text{ tx}} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_{ntx}}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,470} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,470 \cdot 0,078}{420}} \right) \\ &= 0,0001 \end{aligned}$$

$$\rho_{perlu \text{ tx}} = 0,0001 < \rho_{min} = 0,003$$

Sehingga dipakai  $\rho_{min} = 0,003$

- Luas tulangan perlu

$$\begin{aligned} A_{S_{perlu \text{ tx}}} &= \rho_{min} \cdot b \cdot dx \\ &= 0,003 \cdot 1000 \cdot 143,97 \\ &= 431,91 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



- Diameter tulangan yang dipakai

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 12^2 = 113,097 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{431,91} = 261,853 \text{ mm}$$

Dari hasil, nilai s dipakai jarak 250 mm

- Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_{s_{ada}} = \frac{A \cdot b}{S_{pakai}} = \frac{113,09 \cdot 1000}{250} = 452,388 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} > A_{s_{perlu}} = 431,91 \text{ mm}^2$$

- Analisis kapasitas momen

$$A_{s_{ada x}} = 452,388 \text{ mm}^2$$

$$M_{ntx} = 1,632 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned} a_x &= \frac{A_{s_{ada x}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{452,388 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\ &= 7,451 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{n_{ada x}} &= A_{s_{ada x}} \cdot f_y \left( dx - \frac{a_x}{2} \right) \\ &= 452,388 \cdot 420 \left( 143,97 - \frac{7,451}{2} \right) \\ &= 26,750 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$Mn_{ada\ x} > Mn_{tx} = 1,632\ kN.m \dots\dots\dots\text{OK!}$$

**Arah y**

$$Muly = 0,771\ kN.m$$

Faktor Reduksi,  $\phi = 0,5$

- Momen nominal

$$Mnty = \frac{Mutx}{\phi} = \frac{0,771}{0,8} = 1,54\ kN.m$$

$$\begin{aligned} dy &= h - \rho b - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } x \\ &= 150 - 0,03 - \frac{1}{2} 12 \cdot 12 \\ &= 131,97\ mm \end{aligned}$$

- Koefisien tahanan

$$Rnty = \frac{Mnty}{b \cdot dy^2} = \frac{1,54 \cdot 10^6}{1000 \cdot (131,97)^2} = 0,088\ Mpa$$

- Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,470$$

- Menentukan rasio tulangan perlu

$$\begin{aligned} \rho_{perlu\ ty} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rntx}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{16,470} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 14,470 \cdot 0,088}{400}} \right) \\ &= 0,0002 \end{aligned}$$

$$\rho_{perlu\ tx} = 0,0002 < \rho_{min} = 0,003$$

Sehingga dipakai  $\rho_{min} = 0,003$

- Luas tulangan perlu

$$\begin{aligned}A_{s_{perlu}} &= \rho_{min} \cdot b \cdot dx \\ &= 0,003 \cdot 1000 \cdot 131,97 \\ &= 395,91 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

- Diameter tulangan yang dipakai

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 12^2 = 113,097 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{395,91} = 285,663 \text{ mm}$$

Dari hasil, nilai s dipakai jarak 285 mm

- Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_{s_{ada}} = \frac{A \cdot b}{S_{pakai}} = \frac{113,09 \cdot 1000}{285} = 396,807 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} > A_{s_{perlu}} = 395,91 \text{ mm}^2$$

- Analisis kapasitas momen

$$A_{s_{ada y}} = 396,807 \text{ mm}^2$$

$$M_{nty} = 1,54 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned}a_y &= \frac{A_{s_{ada x}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{396,807 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\ &= 6,513 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Mn_{ada\ y} &= As_{ada\ y} \cdot fy \left( dx - \frac{ay}{2} \right) \\
 &= 396,807 \cdot 420 \left( 131,97 - \frac{6.513}{2} \right) \\
 &= 23,451 \text{ kN.m}
 \end{aligned}$$

Kontrol :

$$Mn_{ada\ y} > Mn_{ty} = 1,54 \text{ kN.m} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

Jadi, tulangan tumpuan arah x pada pelat A digunakan  $\emptyset 12 - 250$  dan tumpuan arah y pada pelat A digunakan  $\emptyset 12 - 285$ .

b. Plat B

1) Pada Tumpuan

Arah X

$$Mutx = 0,811 \text{ m}$$

Faktor Reduksi,  $\emptyset = 0,5$

- Momen nominal

$$Mntx = \frac{Mutx}{\emptyset} = \frac{0,811}{0,5} = 1,622 \text{ kNm}$$

$$dx = h - \rho b - \frac{1}{2} \emptyset \text{ tulangan arah x}$$

$$= 150 - 0,030 - \frac{1}{2} 12$$

$$= 143,97 \text{ mm}$$

- Koefisien tahanan

$$Rntx = \frac{Mntx}{b \cdot dx^2} = \frac{1,622 \cdot 10^6}{1000 \cdot 143,97^2} = 0,078 \text{ Mpa}$$

- Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,470$$

- Menentukan rasio tulangan perlu

$$\begin{aligned} \rho_{perlu\ tx} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_{ntx}}{f_y}} \right) \\ &= \frac{1}{16,470} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,470 \cdot 0,078}{420}} \right) \\ &= 0,00018 \end{aligned}$$

$$\rho_{perlu\ tx} = 0,00018 < \rho_{min} = 0,003$$

Sehingga dipakai  $\rho_{min} = 0,003$

- Luas tulangan perlu

$$\begin{aligned} A_{s_{perlu\ tx}} &= \rho_{min} \cdot b \cdot d_x \\ &= 0,003 \cdot 1000 \cdot 143,97 \\ &= 431,91 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Diameter tulangan yang dipakai

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 12^2 = 113,097 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{431,91} = 261,858 \text{ mm}$$

Dari hasil, nilai s dipakai jarak 250 mm

- Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_s \text{ ada} = \frac{A \cdot b}{S_{pakai}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{250} = 452,388 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ ada}} > A_{s \text{ perlu}} = 431,91, \text{ mm}^2$$

- Analisis kapasitas momen

$$A_{s \text{ ada } x} = 452,388 \text{ mm}^2$$

$$M_{ntx} = 1,622 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned} a_x &= \frac{A_{s \text{ ada } x} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{452,388 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\ &= 7,451 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{n \text{ ada } x} &= A_{s \text{ ada } x} \cdot f_y \left( dx - \frac{a_x}{2} \right) \\ &= 452,388 \cdot 420 \left( 143,97 - \frac{7,451}{2} \right) \\ &= 26,646 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$M_{n \text{ ada } x} > M_{ntx} = 1,622 \text{ kN.m} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

## 2) Pada Tumpuan

**Arah y**

$$M_{uty} = 2,901 \text{ kN.m}$$

Faktor Reduksi,  $\phi = 0,5$

- Momen nominal

$$M_{nty} = \frac{M_{uty}}{\phi} = \frac{2,901}{0,5} = 5,802 \text{ kN.m}$$

$$d_y = h - \rho b - \phi \text{ tulangan arah } x - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } y$$



$$= 150 - 0,003 - 12 - \frac{1}{2} 12$$

$$= 131,97 \text{ mm}$$

- Koefisien tahanan

$$Rnty = \frac{Mnty}{b \cdot dy^2} = \frac{5,802 \cdot 10^6}{1000 \cdot (131,97)^2} = 0,279 \text{ Mpa}$$

- Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,470$$

- Menentukan rasio tulangan perlu

$$\begin{aligned} \rho_{perlu \ ty} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rnty}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{16,470} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,470 \cdot 0,279}{420}} \right) \\ &= 0,0006 \end{aligned}$$

$$\rho_{perlu \ tx} = 0,0005 < \rho_{min} = 0,003$$

Sehingga dipakai  $\rho_{min} = 0,003$

- Luas tulangan perlu

$$\begin{aligned} A_{sperlu \ ty} &= \rho_{min} \cdot b \cdot dy \\ &= 0,003 \cdot 1000 \cdot 131,97 \\ &= 395,91 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Diameter tulangan yang dipakai

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 12^2 = 113,097 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{395,91} = 285,663 \text{ mm}$$

Dari hasil, nilai s dipakai jarak 285 mm

- Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_{s_{ada}} = \frac{A \cdot b}{S_{pakai}} = \frac{113,09 \cdot 1000}{285} = 396,807 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} > A_{s_{perlu}} = 395,91 \text{ mm}^2$$

- Analisis kapasitas momen

$$A_{s_{ada y}} = 396,807 \text{ mm}^2$$

$$M_{nt y} = 5,801 \text{ kN.m}$$

$$a_y = \frac{A_{s_{ada y}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b}$$

$$= \frac{396,807 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000}$$

$$= 6,513 \text{ mm}$$

$$M_{n_{ada y}} = A_{s_{ada x}} \cdot f_y \left( d_y - \frac{a_y}{2} \right)$$

$$= 396,807 \cdot 420 \left( 131,97 - \frac{6,513}{2} \right) 10^{-6}$$

$$= 26,795 \text{ kN.m}$$

Kontrol :

$$M_{n_{ada y}} > M_{n_{ty}} = 4,038 \text{ kN.m} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

Jadi, tulangan tumpuan arah x pada pelat B digunakan  $\emptyset 12 - 250$  dan tumpuan arah y pada pelat B digunakan  $\emptyset 12 - 285$ .

### 3) Pada Lapangan

#### Arah X

$$M_{ux} = 0,526 \text{ kN.m}$$

Faktor Reduksi,  $\phi = 0,5$

- Momen nominal

$$M_{ntx} = \frac{M_{ux}}{\phi} = \frac{0,526}{0,5} = 1,052 \text{ kN.m}$$

$$d_x = h - \rho b - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } x$$

$$= 150 - 0,03 - \frac{1}{2} 12$$

$$= 143,97 \text{ mm}$$

- Koefisien tahanan

$$R_{ntx} = \frac{M_{ntx}}{b \cdot d_x^2} = \frac{1,052 \cdot 10^6}{1000 \cdot (143,97)^2} = 0,05 \text{ Mpa}$$

- Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{f_y}{0,85 \cdot f_c'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,470$$

- Menentukan rasio tulangan perlu

$$\rho_{perlu \text{ tx}} = \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot R_{ntx}}{f_y}} \right)$$

$$= \frac{1}{16,470} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,470 \cdot 0,05}{420}} \right)$$

$$= 0,0001$$

$$\rho_{perlu \text{ tx}} = 0,0001 < \rho_{min} = 0,003$$

Sehingga dipakai  $\rho_{min} = 0,003$

- Luas tulangan perlu

$$A_{S_{perlu \text{ tx}}} = \rho_{min} \cdot b \cdot d_x$$

$$= 0,003 \cdot 1000 \cdot 143,97$$

$$= 431,91 \text{ mm}^2$$

- Diameter tulangan yang dipakai

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 12^2 = 113,097 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{431,91} = 261,853 \text{ mm}$$

Dari hasil, nilai s dipakai jarak 250 mm

- Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_{s \text{ ada}} = \frac{A \cdot b}{S_{pakai}} = \frac{113,09 \cdot 1000}{250} = 452,388 \text{ mm}^2$$

$$A_{s \text{ ada}} > A_{s \text{ perlu}} = 431,91 \text{ mm}^2$$

- Analisis kapasitas momen

$$A_{s \text{ ada } x} = 452,388 \text{ mm}^2$$

$$M_{ntx} = 1,052 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned} a_x &= \frac{A_{s \text{ ada } x} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_c' \cdot b} \\ &= \frac{452,388 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\ &= 7,451 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{n \text{ ada } x} &= A_{s \text{ ada } x} \cdot f_y \left( dx - \frac{ax}{2} \right) \\ &= 452,388 \cdot 420 \left( 143,97 - \frac{7,451}{2} \right) \\ &= 26,750 \text{ kN.m} \end{aligned}$$

Kontrol :

$$Mn_{ada\ x} > Mn_{tx} = 1,052\ kN.m \dots\dots\dots OK!$$

**Arah y**

$$Muly = 0,587\ kN.m$$

Faktor Reduksi,  $\phi = 0,5$

- Momen nominal

$$Mnty = \frac{Mutx}{\phi} = \frac{0,587}{0,5} = 1,174\ kN.m$$

$$\begin{aligned} dy &= h - \rho b - \frac{1}{2} \phi \text{ tulangan arah } x \\ &= 150 - 0,03 - \frac{1}{2} 12-12 \\ &= 131,97\ mm \end{aligned}$$

- Koefisien tahanan

$$Rnty = \frac{Mnty}{b \cdot dy^2} = \frac{1,174 \cdot 10^6}{1000 \cdot (131,97)^2} = 0,056\ Mpa$$

- Perbandingan isi tulangan memanjang

$$m = \frac{fy}{0,85 \cdot fc'} = \frac{420}{0,85 \cdot 30} = 16,470$$

- Menentukan rasio tulangan perlu

$$\begin{aligned} \rho_{perlu\ ty} &= \frac{1}{m} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2m \cdot Rnty}{fy}} \right) \\ &= \frac{1}{16,470} \left( 1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 16,470 \cdot 0,056}{400}} \right) \\ &= 0,00013 \end{aligned}$$

$$\rho_{perlu\ tx} = 0,00013 < \rho_{min} = 0,003$$

Sehingga dipakai  $\rho_{min} = 0,003$

- Luas tulangan perlu

$$\begin{aligned} A_{s_{perlu\ tx}} &= \rho_{min} \cdot b \cdot dx \\ &= 0,003 \cdot 1000 \cdot 131,97 \\ &= 395,91 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

- Diameter tulangan yang dipakai

$$\emptyset = 12 \text{ mm}$$

$$A = \frac{1}{4} \pi \cdot \emptyset^2 = \frac{1}{4} 3,14 \cdot 12^2 = 113,097 \text{ mm}^2$$

- Jarak tulangan perlu

$$S = \frac{A \cdot b}{A_{s_{perlu}}} = \frac{113,097 \cdot 1000}{395,91} = 285,663 \text{ mm}$$

Dari hasil, nilai s dipakai jarak 285 mm

- Luas tulangan perlu yang digunakan

$$A_{s_{ada}} = \frac{A \cdot b}{S_{pakai}} = \frac{113,09 \cdot 1000}{285} = 396,807 \text{ mm}^2$$

$$A_{s_{ada}} > A_{s_{perlu}} = 395,91 \text{ mm}^2$$

- Analisis kapasitas momen

$$A_{s_{ada\ y}} = 396,807 \text{ mm}^2$$

$$M_{nty} = 1,174 \text{ kN.m}$$

$$\begin{aligned} a_y &= \frac{A_{s_{ada\ x}} \cdot f_y}{0,85 \cdot f_{c'} \cdot b} \\ &= \frac{396,807 \cdot 420}{0,85 \cdot 30 \cdot 1000} \\ &= 6,513 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$M_{n_{ada\ y}} = A_{s_{ada\ y}} \cdot f_y \left( dx - \frac{a_y}{2} \right)$$



$$= 396,807 \cdot 420 \left(131,97 - \frac{6.513}{2}\right)$$

$$= 23,451 \text{ kN.m}$$

Kontrol :

$$Mn_{ada\ y} > Mn_{ty} = 1,174 \text{ kN.m} \dots\dots\dots\text{OK!}$$

Jadi, tulangan lapangan arah y pada pelat b digunakan  $\varnothing 12 - 250$  dan lapangan arah y pada pelat b digunakan  $\varnothing 12 - 285$ .

#### 4.6 Pondasi

Tabel 4.8 output data Beban Pondasi

StepType	P	V2	V3	T	M2	M3
Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Min	-729,256	-65,186	-48.348	-2,512	-40,0013	-68,35
Max	148,436	-70,108	57.198	0.4386	19,9513	111.898

(sumber : sap 2000 v14)

Tabel 4.9 data Sondir

Depth	Cw	Tw	Kw	qc	LF	LF x 20 cm	JHP	Fr
(m)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(Tw - Cw)	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm <sup>2</sup> )	(kg/cm)	(kg/cm)	(%)
0	0	0	0	0	0	0	0	0
0,2	0	0	0	0	0	0	0	0
0,4	5	9	4	5	0,36	7,20	7,20	7,20
0,6	9	12	3	9	0,27	5,40	12,60	3,00
0,8	8	10	2	8	0,18	3,60	16,20	2,25
1	9	12	3	9	0,27	5,40	21,60	3,00
1,2	9	12	3	9	0,27	5,40	27,00	3,00
1,4	9	12	3	9	0,27	5,40	32,40	3,00
1,6	16	30	14	16	1,26	25,20	57,60	7,88
1,8	15	30	15	15	1,35	27,00	84,60	9,00
2	9	15	6	9	0,54	10,80	95,40	6,00
2,2	9	11	2	9	0,18	3,60	99,00	2,00
2,4	8	10	2	8	0,18	3,60	102,60	2,25
2,6	4	10	6	4	0,54	10,80	113,40	13,50
2,8	9	14	5	9	0,45	9,00	122,40	5,00

3	10	14	4	10	0,36	7,20	129,60	3,60
3,2	10	13	3	10	0,27	5,40	135,00	2,70
3,4	10	12	2	10	0,18	3,60	138,60	1,80
3,6	10	11	1	10	0,09	1,80	140,40	0,90
3,8	8	9	1	8	0,09	1,80	142,20	1,13
4	11	12	1	11	0,09	1,80	144,00	0,82
4,2	12	14	2	12	0,18	3,60	147,60	1,50
4,4	19	20	1	19	0,09	1,80	149,40	0,47
4,6	20	24	4	20	0,36	7,20	156,60	1,80
4,8	14	22	8	14	0,72	14,40	171,00	5,14
5	19	24	5	19	0,45	9,00	180,00	2,37
5,2	22	27	5	22	0,45	9,00	189,00	2,05
5,4	12	19	7	12	0,63	12,60	201,60	5,25
5,6	16	24	8	16	0,72	14,40	216,00	4,50
5,8	14	20	6	14	0,54	10,80	226,80	3,86
6	12	21	9	12	0,81	16,20	243,00	6,75
6,2	44	52	8	44	0,72	14,40	257,40	1,64
6,4	150	185	35	150	3,15	63,00	320,40	2,10

Data perencanaan

$$P = 729,256 \text{ kN}$$

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

$$D = 6,40 \text{ cm}$$

$$Q_c = 150 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} Q_b &= A_h \times q_c \\ &= (1/4 \pi \cdot 150^2) \cdot 150 \\ &= 335587,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$A_s = 3,14 \cdot 100 \cdot 640 = 200960 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned} f_s &= 0,012 q_c \\ &= 0,012 \cdot 150 = 1,8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_s &= A_s \times F_s \\ &= 200960 \times 1,8 = 361728 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\ &= 335587,5 + 361728 = 697315,5 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= Q_{ult}/sfS \\
 &= 697315,5 / 3 \\
 &= 2324, \text{ kN} > P = 729,256 \dots\dots\dots\text{OK}
 \end{aligned}$$

Penurunan pada titik pondasi yang memikul berat terbesar memikul berat sebesar  $p = 729,256 \text{ kn}$

$$S_i = Q \cdot B \cdot \frac{(1-u^2)}{E_s} \cdot I_w$$

Keterangan :

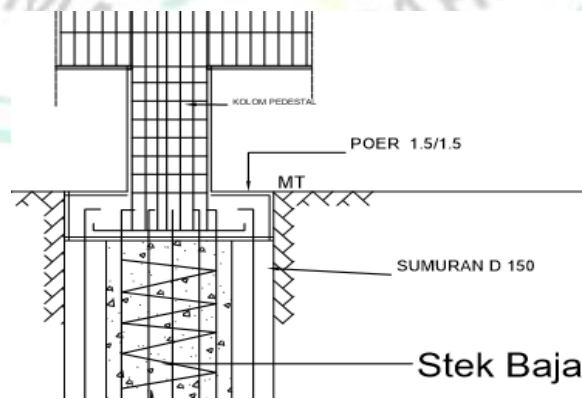
- $Q$  = Besarnya tegangan kontak
- $B$  = Lebar pondasi
- $I_w$  = Faktor pengaruh dari bentuk dan kekakuan podasi
- $u$  = Angka poisson ratio
- $E_s$  = Sifat elastisitas tanah

$$\begin{aligned}
 Q &= P / A \\
 &= 72,9256 / 11,304 \\
 &= 6,451 \text{ ton/m}
 \end{aligned}$$

$$S_i = 6,451 \cdot 150 \cdot \frac{(1-0,3^2)}{500} \cdot 0,88$$

$$S_i = 1,549$$

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat} &= S_{ijin} > S_i \\
 &= 2,54 > 1,549 \dots\dots\dots\text{OK}
 \end{aligned}$$



Gambar 4.14 pondasi Sumuran

(Sumber : Autocad )

## BAB V

### KESIMPULAN

#### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan struktur yang penulis lakukan pada Gedung Pasar Raya Padang, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

##### 1. Perhitungan Penulangan Struktur Atas

###### a. Balok

Tabel 5.1 Rekap penulangan Balok

no	Nama	Bentang (mm)	H (mm)	B (mm)	Tulangan utama		Tulangan Geser	
1	Balok Induk	9000	600	350	Tumpuan tekan	4 D 13	Tumpuan	Ø10-100
					Tumpuan tarik	6 D 13		
					Lapangan tarik	6 D 13	Lapangan	Ø10-150
					Lapangan tekan	3 D 13		
2	Balok Induk	3000	600	350	Tumpuan tekan	4 D 13	Tumpuan	Ø10-100
					Tumpuan tarik	8 D 13		
					Lapangan tarik	7 D 13	Lapangan	Ø10-150
					Lapangan tekan	4 D 13		
3	Balok Anak	6000	400	250	Tumpuan tekan	4 D 13	Tumpuan	Ø10-100
					Tumpuan tarik	7 D 13		
					Lapangan tarik	6 D 13	Lapangan	Ø10-150
					Lapangan tekan	3 D 13		
4	Balok Anak	3000	400	250	Tumpuan tekan	2 D 13	Tumpuan	Ø10-100
					Tumpuan tarik	3 D 13		
					Lapangan tarik	3 D 13	Lapangan	Ø10-150
					Lapangan tekan	2 D 13		

(sumber: data perhitungan )

###### b. Kolom

Tabel 5.2 Rekap penulangan Kolom

No	Nama	Tinggi	h	h	Tulangan pokok	sengkang
1	Kolom 60/60	4	600	600	22 D 13	Ø10-150
2	Kolom 50/50	4	500	500	18 D 13	Ø10-150

(sumber: data perhitungan )

c. Plat

Tabel 5.3 Rekap penulangan Kolom

Tipe plat	Tinggi (mm)	Tulangan tumpuan		Tulangan lapangan	
A	150	Arah x	Ø 12 – 250	Arah x	Ø 12 - 250
		Arah y	Ø 12 – 285	Arah y	Ø 12 - 285
B	150	Arah x	Ø 12 – 250	Arah x	Ø 12 - 250
		Arah y	Ø 12 – 285	Arah y	Ø 12 - 285

(sumber: data perhitungan )

2. Perhitungan Struktur Bawah

Pondasi Sumuran dengan Diameter 150 cm dan kedalaman 6,4 m memperoleh  $Q_{all} = 2531,625$  kN dengan nilai penurunan Pondasi  $S_i = 1,549$  cm.

**5.2. Saran**

Dari Laporan Perencanaan Struktur Gedung Kelas Abdul Karim Syueib Madrasah Swasta Terpadu Guguk Randah Tabek Sarajo, Kec IV Koto, Kab. Agam, penulis menyampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Dalam merencanakan sebuah struktur gedung harus berpedoman pada peraturan SNI yang terbaru, baik dari segi peraturan pembebanan maupun peraturan struktur gedung.
2. Mencari sumber literatur dari berbagai media untuk menambah pengetahuan dasar dalam merencanakan sebuah struktur gedung.
3. Untuk hasil analisa yang lebih akurat, penulis disarankan untuk menguasai program selain SAP 2000 V14 untuk meningkatkan keakuratan analisa perhitungan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anam, Syaiful, Bantot Sutriyono, And Retno Trimurtiningrum.(2020)."*Studi Perbandingan Kinerja Gedung Beton Bertulang Srpkm 6 Lantai Dengan Menggunakan Metode Pushover Dan Nonlinear Time History Analysis.*" Jurnal Ilmiah Mitsu (Media Informasi Teknik Sipil Universitas Wiraraja) 8.1 (2020): 33-41.
- Asroni, A. (2010). "*Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang*".Graha Ilmu.Yogyakarta.
- Bastian, E. (2018). "Pengaruh Jenis Tulangan Terhadap Efektifitas Kinerja Balok Beton Bertulang". *Rang Teknik Journal, 1.*
- Hariono. 2002. "Beton Bertulang"
- Kariso, Patrisko Hirel, Servie O. Dapas, And Ronny E. Pandaleke. (2018). "*Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus.*" Jurnal Sipil Statik 6.6
- Masril, M. (2019). "*Analisis Perilaku Struktur Atas Gedung Asrama Pusdiklat Ipdn Baso, Bangunan Wing 1 dengan Beban Gempa Berdasarkan Sni 03-1726-2012*". *Rang Teknik Journal, 2.*
- Nasional, Badan Standarisasi. (2019). "*Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung.*" Sni 1726: 2019.
- Nawy, E. G. (1998). "*Beton Bertulang. Suatu Pendekatan Dasar (Terjemahan).*"
- Saryono, (2010). "*Metode Penelitian Kualitatif*", PT. Alfabeta, Bandung.
- Dinas, P. U. (1987). "*Pedoman Perencanaan Pembebanan Indonesia Untuk Rumah Dan Gedung (Pppurg 1987)*". Yayasan Badan Penerbit Pu, Jakarta.



KETERANGAN

PEKERJAAN

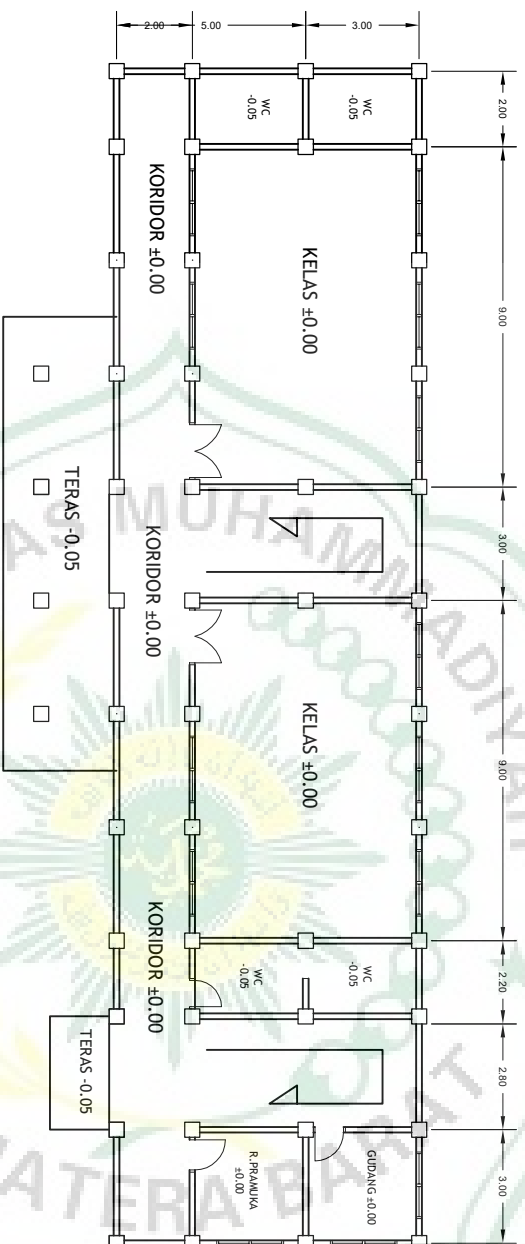
LOKASI

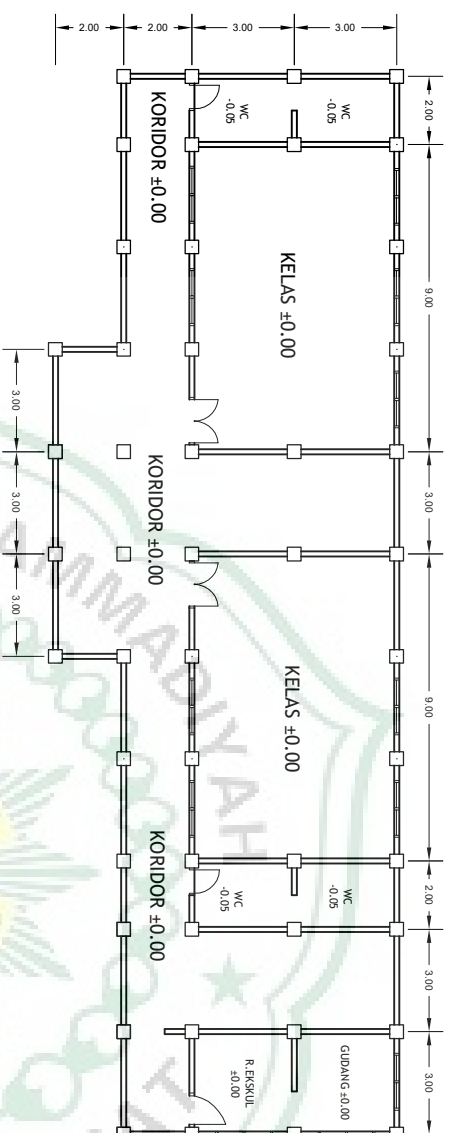
DIGAMBAR

NO GAMBAR

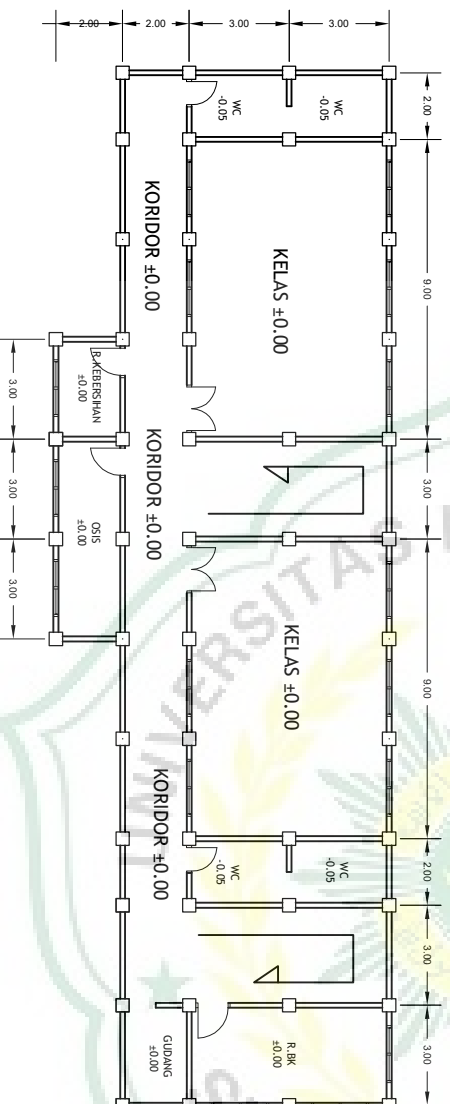
SKALA

DENAH LT 1  
SKALA 1:200





DENAH LT 3  
SKALA 1:200



DENAH LT 2  
SKALA 1:200

KETERANGAN

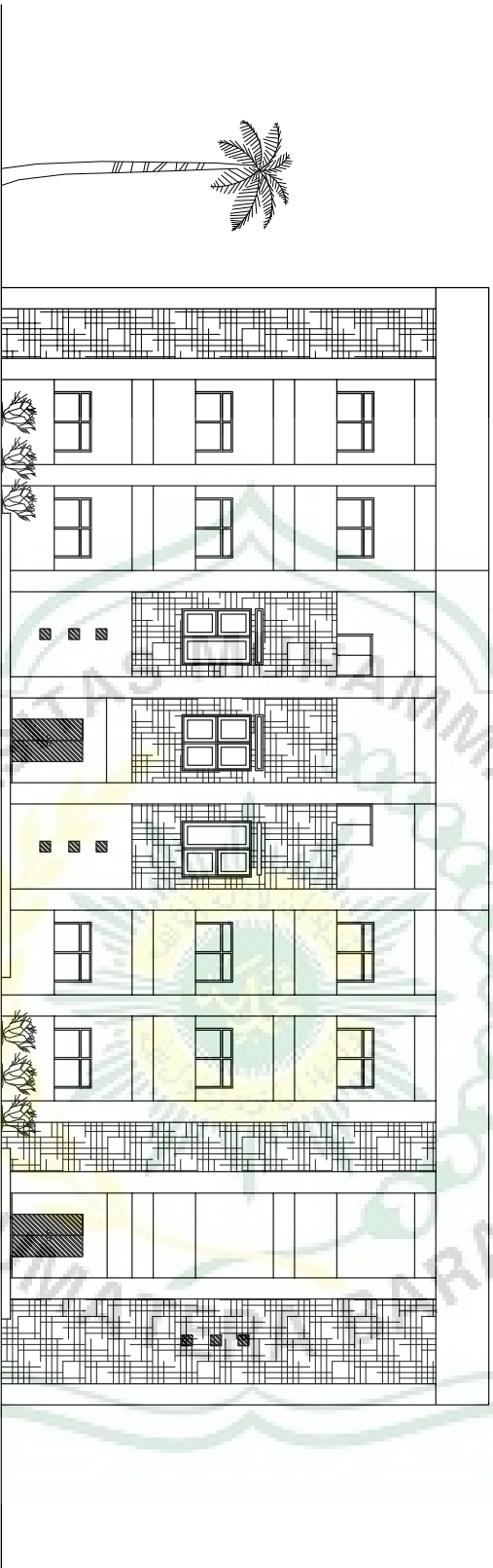
PEKERJAAN

LOKASI

DIGAMBAR

NO GAMBAR

SKALA



TAMPAK DEPAN

KETERANGAN

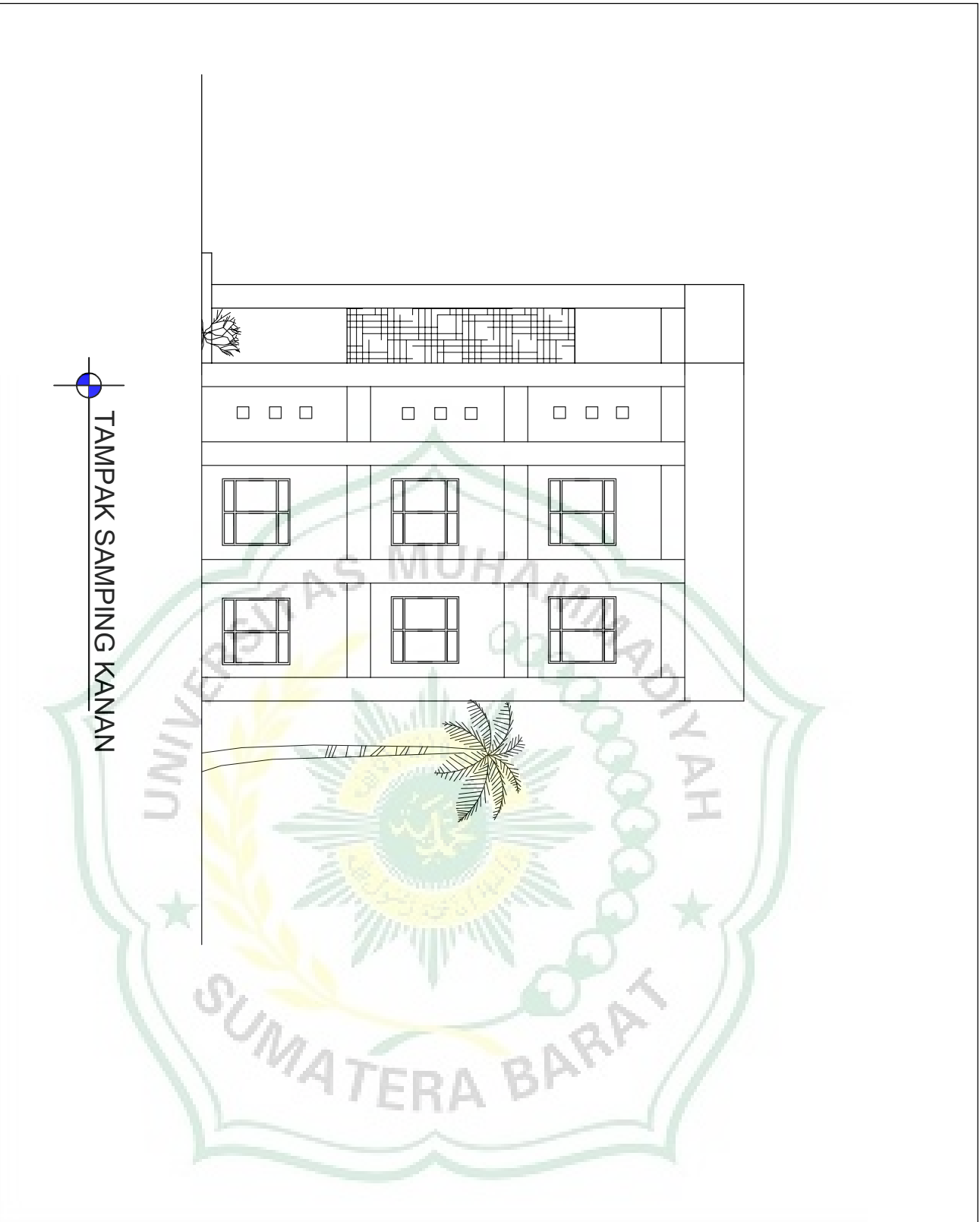
PEKERJAAN

LOKASI

DIGAMBAR

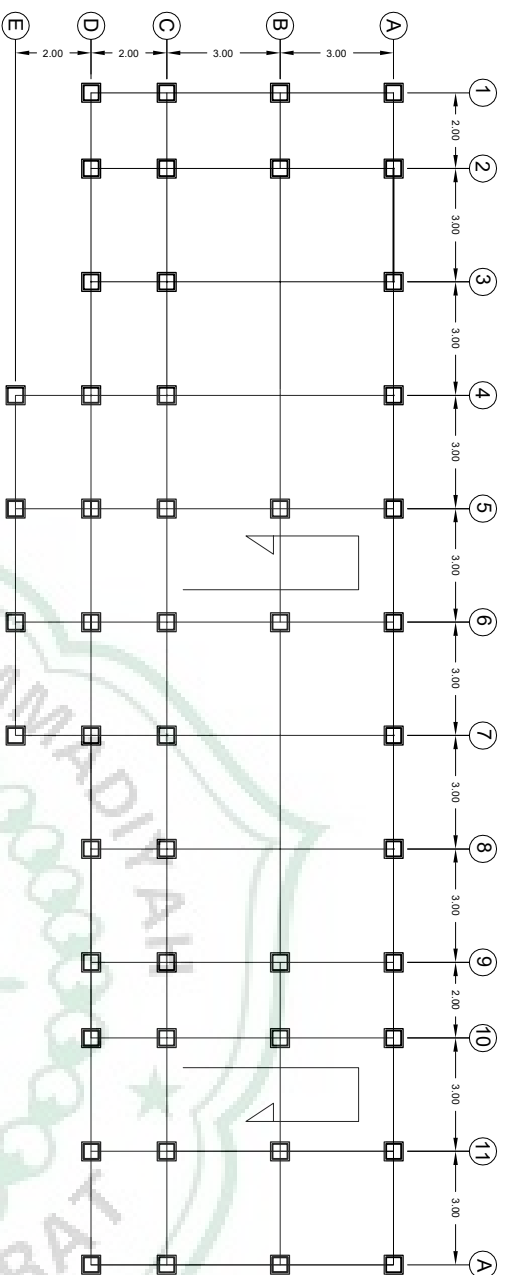
NO GAMBAR

SKALA

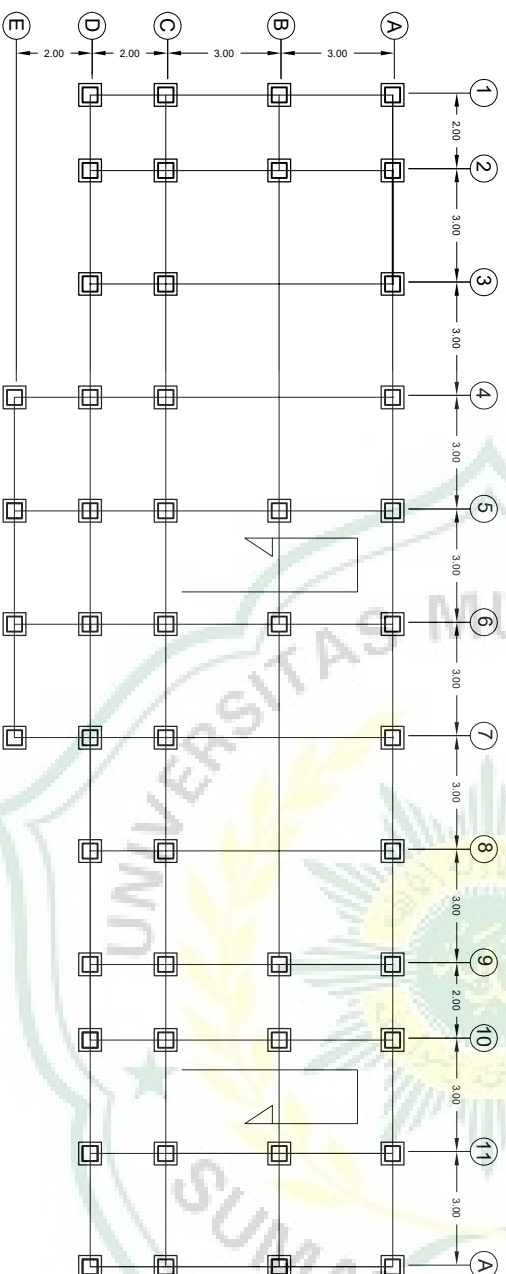


TAMPAK SAMPIING KANAN

KETERANGAN	
PEKERJAAN	
LOKASI	
DIGAMBAR	
NO GAMBAR	SKALA



DENAH KOLOM 50/50  
SKALA 1:200



DENAH KOLOM 60/60  
SKALA 1:200

KETERANGAN

PEKERJAAN

LOKASI

DIGAMBAR

NO GAMBAR

SKALA

KETERANGAN

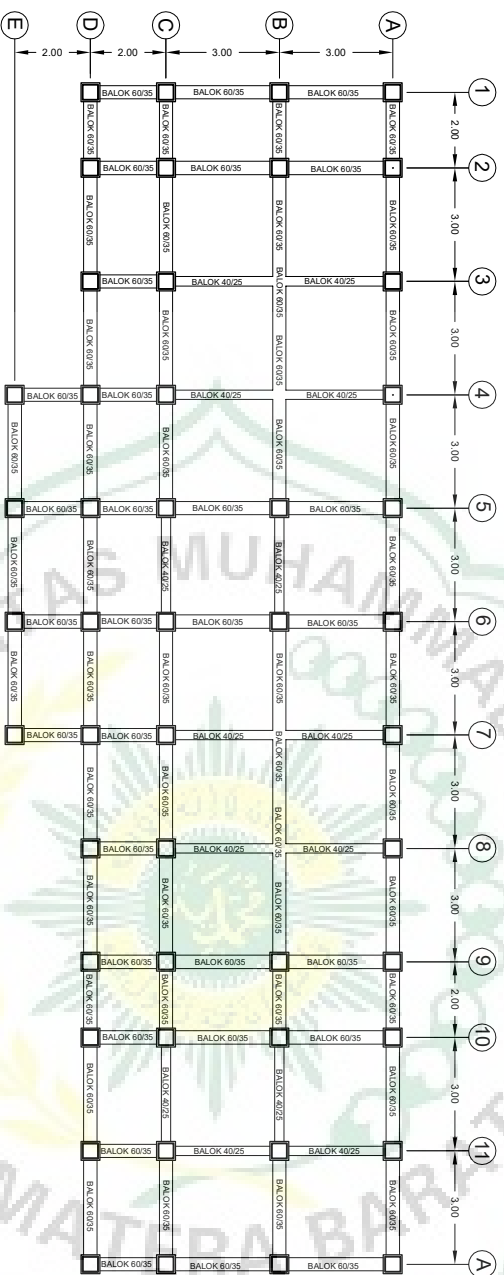
PEKERJAAN

LOKASI

DIGAMBAR

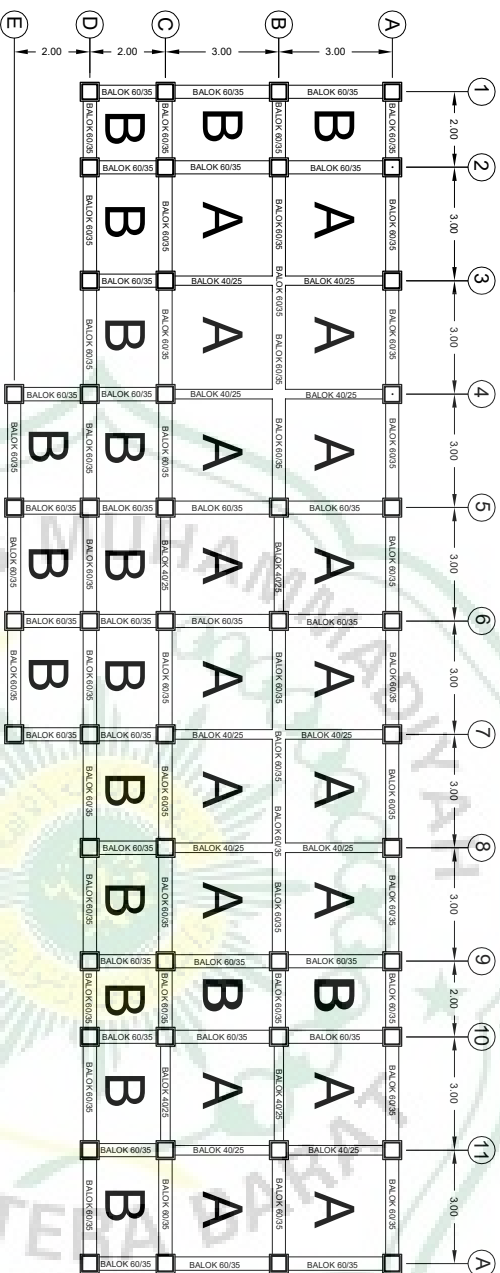
NO GAMBAR

SKALA



DENAH BALOK  
SKALA 1:200





DENAH PLAT  
SKALA 1:200

KETERANGAN

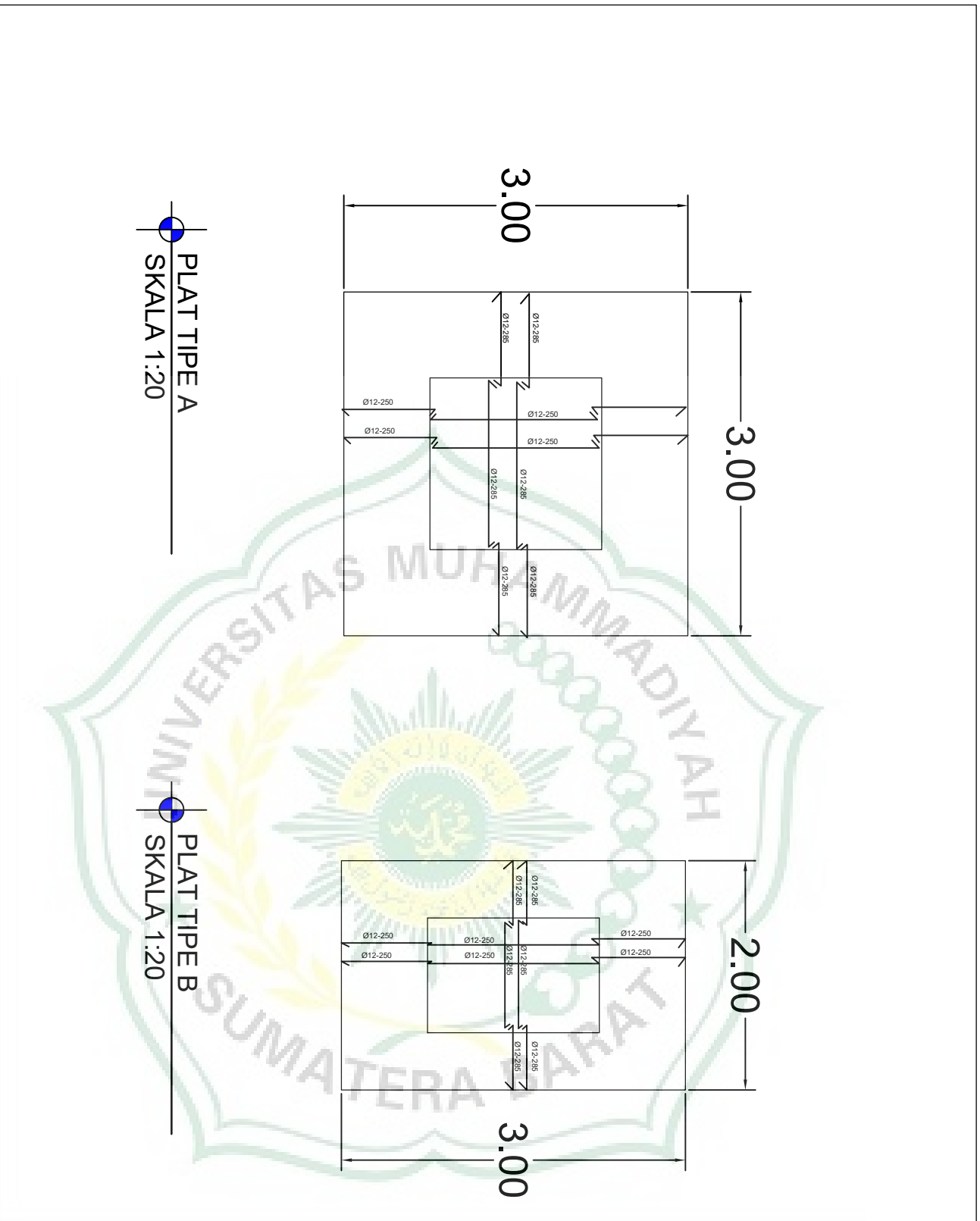
PEKERJAAN

LOKASI

DIGAMBAR

NO GAMBAR

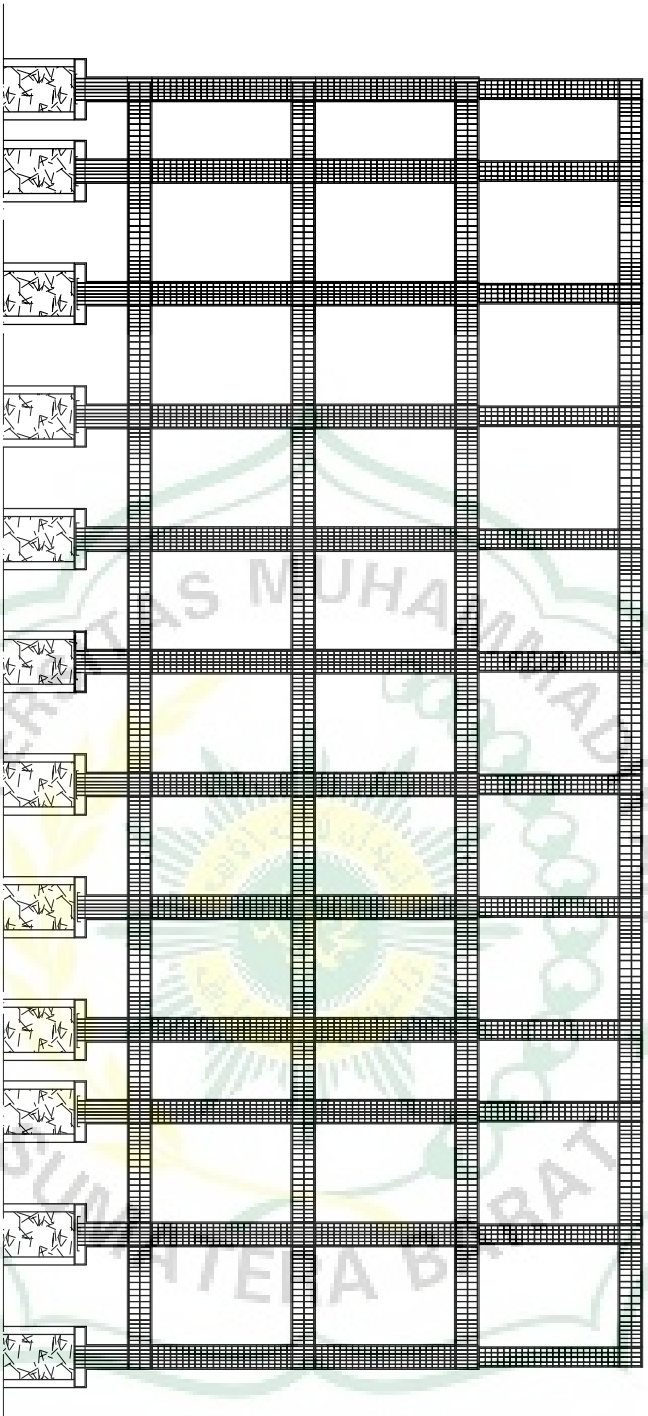
SKALA



PLAT TIPE A  
SKALA 1:20

PLAT TIPE B  
SKALA 1:20

KETERANGAN	
PEKERJAAN	
LOKASI	
DIGAMBAR	
NO GAMBAR	SKALA




 PORTAL  
 SKALA 1:200

KETERANGAN

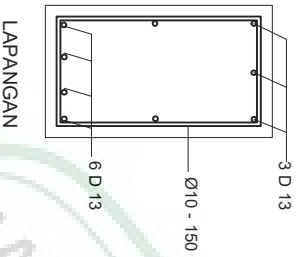
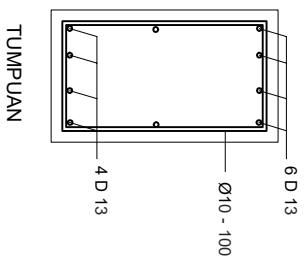
PEKERJAAN

LOKASI

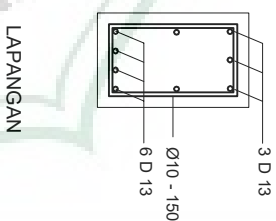
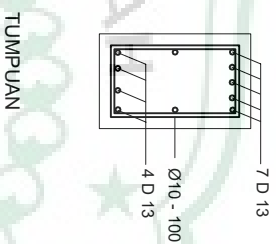
DIGAMBAR

NO GAMBAR

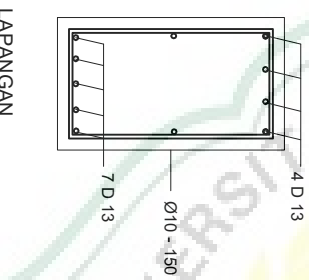
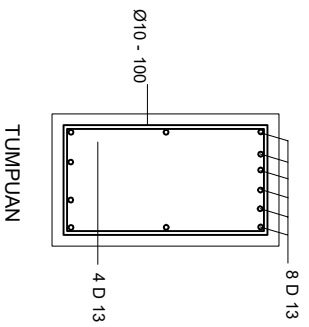
SKALA



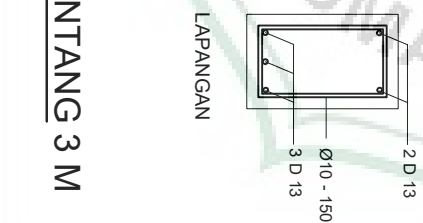
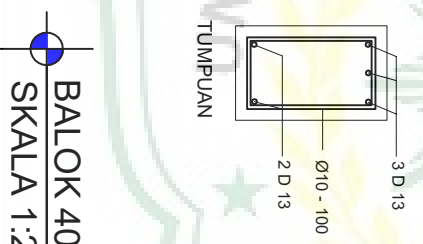
BALOK 60/35 BENTANG 9 M  
SKALA 1:20



BALOK 40/25 BENTANG 6 M  
SKALA 1:20



BALOK 60/35 BENTANG 3 M  
SKALA 1:20



BALOK 40/25 BENTANG 3 M  
SKALA 1:20

KETERANGAN

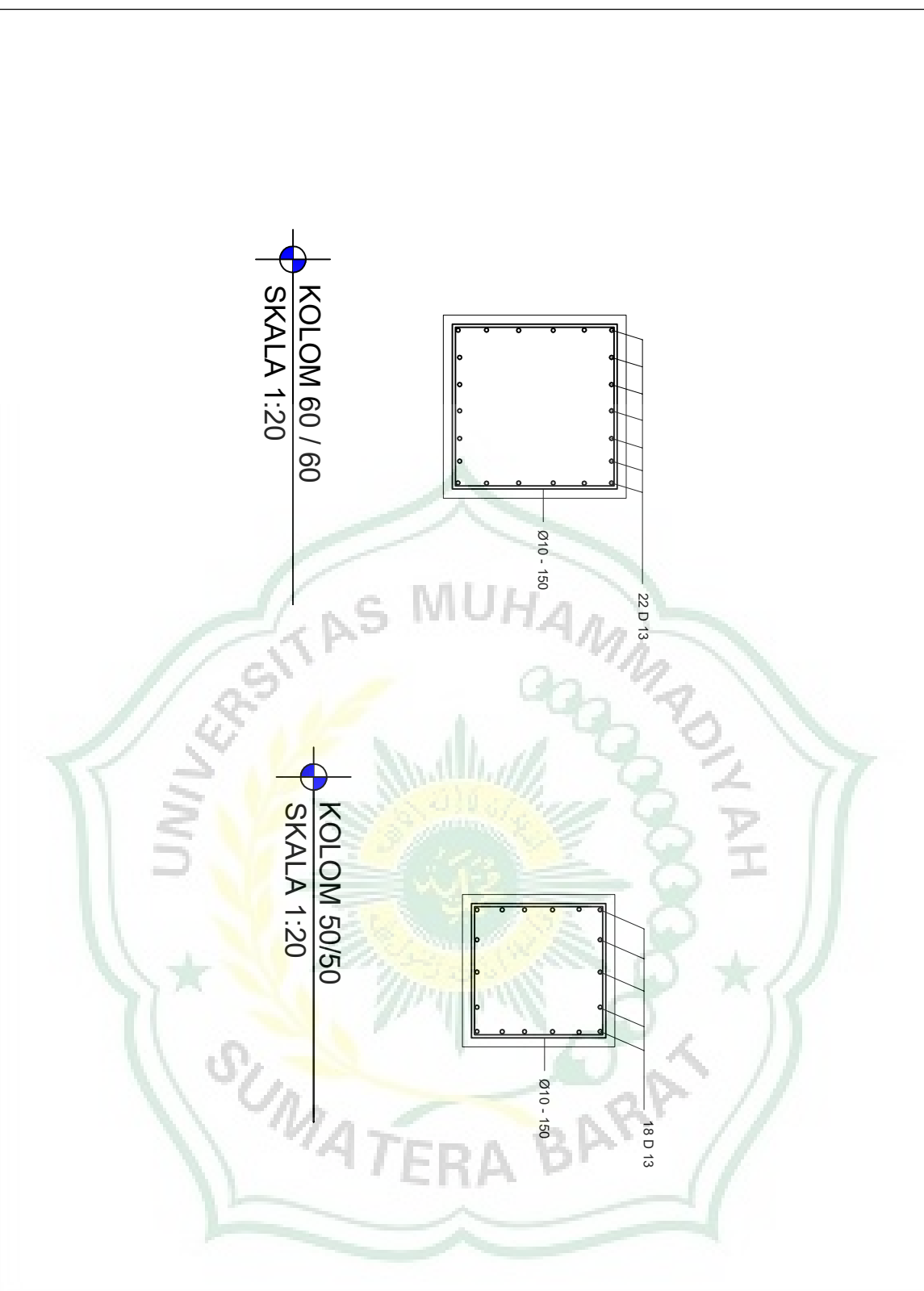
PEKERJAAN

LOKASI

DIGAMBAR

NO GAMBAR

SKALA



KETERANGAN

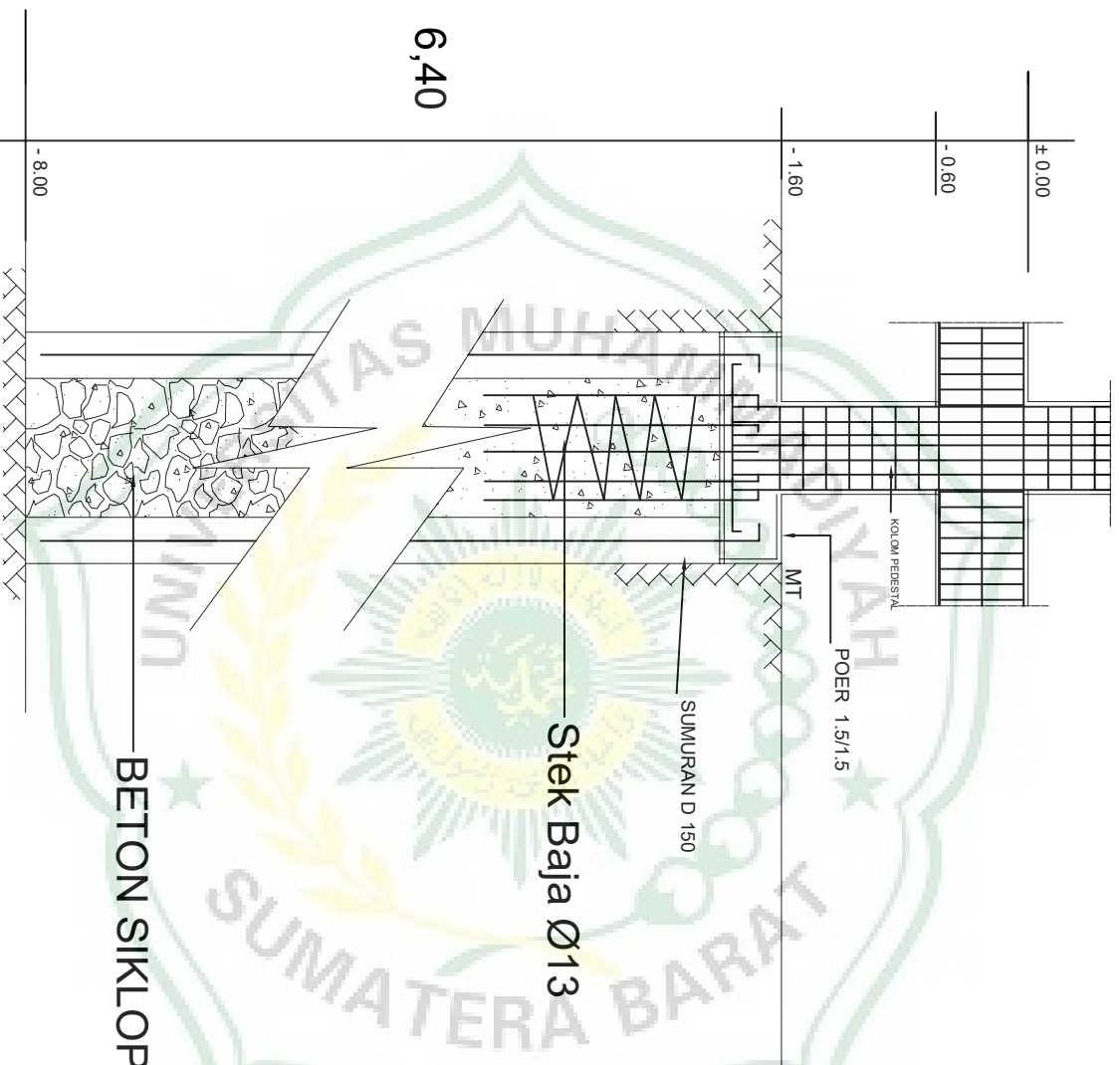
PEKERJAAN

LOKASI

DIGAMBAR

NO GAMBAR

SKALA



DETAIL PONDASI  
SKALA 1:20

KETERANGAN

PEKERJAAN

LOKASI

DIGAMBAR

NO GAMBAR

SKALA



PROPOSAL

PERENCANAAN STRUKTUR ATAS GEDUNG KELAS TIGA (3) LANTAI  
PESANTREN ABDUL KARIM SYUEIB

Disusun sebagai salah satu syarat akademik  
untuk memperoleh gelar serjana Teknik Sipil Strata Satu (S1)



*Acc  
Kusma  
proponal  
Capata  
dan  
Bersama*

*Seminat*

*Struktur Atas*

*21/5/22*

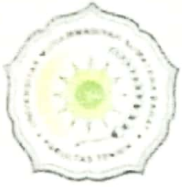
Disusun oleh :

RAIHAN KHALID LISYA PUTRA

18.10.002.222.01.116

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
2021/2022



# UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

## FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.fl.umsb.ac.id](http://www.fl.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

### KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

<b>Nama Mahasiswa</b>	:	Raihan Khalid Lisyia Putra
<b>NIM</b>	:	181000222201116
<b>Program Studi</b>	:	Teknik Sipil
<b>Pembimbing I</b>	:	MASRIL, S.T, M.T
<b>NIDN</b>	:	1005057407
<b>Judul</b>	:	Perencanaan Struktur Atas Gedung Kelas 3 Lantai Pesantren Abdul Karim Syueib Guguk Randa

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing
1.	23/2-22	As. Geometri Proposal Catatan: Di perbaiki sesuai As. Geo	
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			
7.			
8.			
9.			
10.			

Catatan:

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



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Air Kuning no. 1 Bukittinggi 26111 Telp. (075) 4227717 Hp. 081384092115  
Website: [www.umuhb.ac.id](http://www.umuhb.ac.id) Email: [fakultas@teknik.umuhb.ac.id](mailto:fakultas@teknik.umuhb.ac.id)

**REVISI SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 27 Maret 2022

Nama : **Raihan Khalid Lisya Putra**  
NIM : 181000222201116  
Judul Proposal : Perencanaan Struktur Gedung Kelas 3 Lantai Pesantren Abdul Karim Syueib Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randah

Catatan Perbaikan :  
- Judul perlu diperbaiki  
- Latar belakang di perbaiki  
- Manfaat penelitian di perbaiki  
- Gambar lokasi di perbaiki  
- Gambar analisis Regras operasi di perbaiki  
- Data penyediaan tanah  
- Di tambah Daftar pustaka  
- Untuk Betas yang digunakan foto jelas

Ketua Penguji,

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

- Perantara pengantar terbac  
- Sari terbac





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. Bo. Pass Air Kuning No. 1 Bukittinggi, 26133, Telp. (0752) 625777, Hp. 082304979103  
 Website: www.uinmb.ac.id Email: fakultas@teknik.uinmb.ac.id

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa	: RAIHAN KHALID LISYA PUTRA
NIM	: 181000222201116
Program Studi	: TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	: MASRIL, S.T., M.T
Pembimbing II	: IR. ANNA SUSANTI YUSMAN, M.ENG
Judul	: PERENCANAAN GEDUNG KELAS PESANTREN ABDUL KARIM SYUEIB MADRASAH ALTYAH TERPADU GUGUK RANDAH TABEK SAROJO, KEC. IV KOTO, KAB. AGAM

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1	5/6/2022	Perbaiki penulisan, lengkapi Tambahan data yg dibutuhkan		
2	5/6.22	Tambahkan latar belakang, Lampiran Dasar teori		
3		Uraian awal, lokasi, dan pondasi.		
4		Tambahkan foto rencana Pd photo Dokumentasi		
5		Tambahkan ukuran gambar, Perbaiki SITE PLAN		
6		Dua foto lokasi lengkapi Data perencanaan tampak		
7				
8	18/6.22	Lanjutan pertemuan Bab IV. Urugrafi		
9		Uraian literatur		
10		dan Program Sap 2000		

**Catatan:**

1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar
2. Dapat diperbanyak bila diperlukan

Tambahkan Perencanaan  
 Mengetahui,  
 Ketua Program Studi Teknik.....  
 HELVA YERMADONA S.PD.,M.T  
 NIDN. 013098502  
 18/8-22

Acc. [Signature] 18/8-22

18/8-22



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. Bv Pias Aur Kuning No. 1 Bukittinggi (26131) Telp: (0752) 625737, Hp 082384929103  
 Website: [www.ft.unsb.ac.id](http://www.ft.unsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@unsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@unsb.ac.id)

**KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI**

Nama Mahasiswa	:	RAIHAN KHALID LISYA PUTRA
NIM	:	181000222201116
Program Studi	:	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	:	MASRIL, S.T., M.T
Pembimbing II	:	IR. ANNA SUSANTI YUSMAN, M.ENG
Judul	:	PERENCANAAN GEDUNG KELAS PESANTREN ABDUL KARIM SYUEIB GUGUK RANDAH, KEC. IV KOTO, KAB AGAM

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	20 - 22	lempang Daftar total, Daftar gambar, Daftar notes; Daftar	[Signature]	
2.	6.	Si, lempangan gambar		
3.		Abstrak		
4.				
5.	30 - 22	Duaah up ditanya, Duaah pembatas	[Signature]	
6.	6	Duaah Kotor, p'cat, Detail p'untung p'untung		
7.		Plat, Basah, Keras, Detail pondasi		
8.				
9.		Sekolah, gambar di	[Signature]	
10.		Pertemuan ACE Seminar Hari	[Signature]	30 - 22

- Catatan
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar
  2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,  
 Ketua Program Studi Teknik.....

[Signature]

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



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
FAKULTAS TEKNIK

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	RAHAS KHAIDILISYA PUTRA
NIM	181980222201116
Program Studi	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	MASRIL S T MT
Pembimbing II	IR. ANNA SUSANTI YUSMAN, M.Eng
Judul	PERENCANAAN GEDUNG KELAS PESANTREN ABDUL KARIM SYEIH GUGUK RANDAIL, KEC. IVUKOTO, KAB. AGAM

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1	14/6/2022	Perbaikan penempatan pembelahan. detail yg ditunjukkan komputer		
2	15/6/2022	Obat-obat kembali ke pembimbing - tambahan - ditunjukkan yg ditunjukkan		
3	20/6/2022	Perbaikan yg penempatan yg ditunjukkan		
4	23/6/2022	Perbaikan penempatan, detail ditunjukkan		
5	29/06/22	Ace ✓ sesuai hasil		
6	4/08/22	Ace ✓ kompre		
7	19/8/2022	Ace ✓ jled		
8				
9				
10				

Mengetahui  
Ketua Program Studi Teknik

HELGA YERMAONA S.Pd.M.T  
NIDN. 101300302





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat Jl. By Pass Air Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: www.umhsb.ac.id Email: fakultasteknik@umhsb.ac.id

**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 6 Juli 2022

Nama : Raihan Khalid Lisy Putra  
NIM : 181000222201116  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Kelas Pesantren Abdul Karim Syueib  
Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randalh Tabek Sarajo  
Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam  
Catatan Perbaikan :  
- Sempurnakan lagi tulisan hujus pd bab IV dan V  
- Perbaiki Gambar penulangan pd Bab III  
- Masukkan metode penulangan pd bab III  
- Perbaiki penulisan Daftar Pustaka  
  
- Perbaiki yf terlewat  
- 29/07 -22 ke Sidang Revisi  
  
Febrimen Herista, S.T., M.T.  
NIDN 1001026901



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aar Kuning No. 1 Bukittinggi (26131) Telp. (0752) 625717, Hp. 082384929109  
Website: [www.umh.ac.id](http://www.umh.ac.id) Email: [fakultasteknik@umh.ac.id](mailto:fakultasteknik@umh.ac.id)

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI  
Tanggal Ujian: 6 Juli 2022

Nama : Raihan Khalid Lisya Putra  
NIM : 181000222201116  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Kelas Pesantren Abdul Karim Syueib  
Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randah Tabek Sarajo  
Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan : \* Perbaiki penulisan  
\* Perbaiki perhitungan Plat.  
\* Tambah jurnal dosen kita.

ACC Sidang Akhir

21/7/22

Penguji

Ir. Surya Eka Priana, M.T., IPP  
NIDN 1016026605



# 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: 6 Juli 2022

Nama : Raihan Khalid Lisyia Putra  
 NIM : 181000222201116  
 Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Kelas Pesantren Abdul Karim Syueib  
 Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randah Tabek Sarajo  
 Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan :  
 - Cek / perbaiki penitungsan pondasi  
 - Momen Data p = 713,995  
 - ke Rangkap  
 - Abstrak Di perbaiki  
 - Sifat Jinal Pembimbing  
 dan Dosen

Ketua Penguji,

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



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

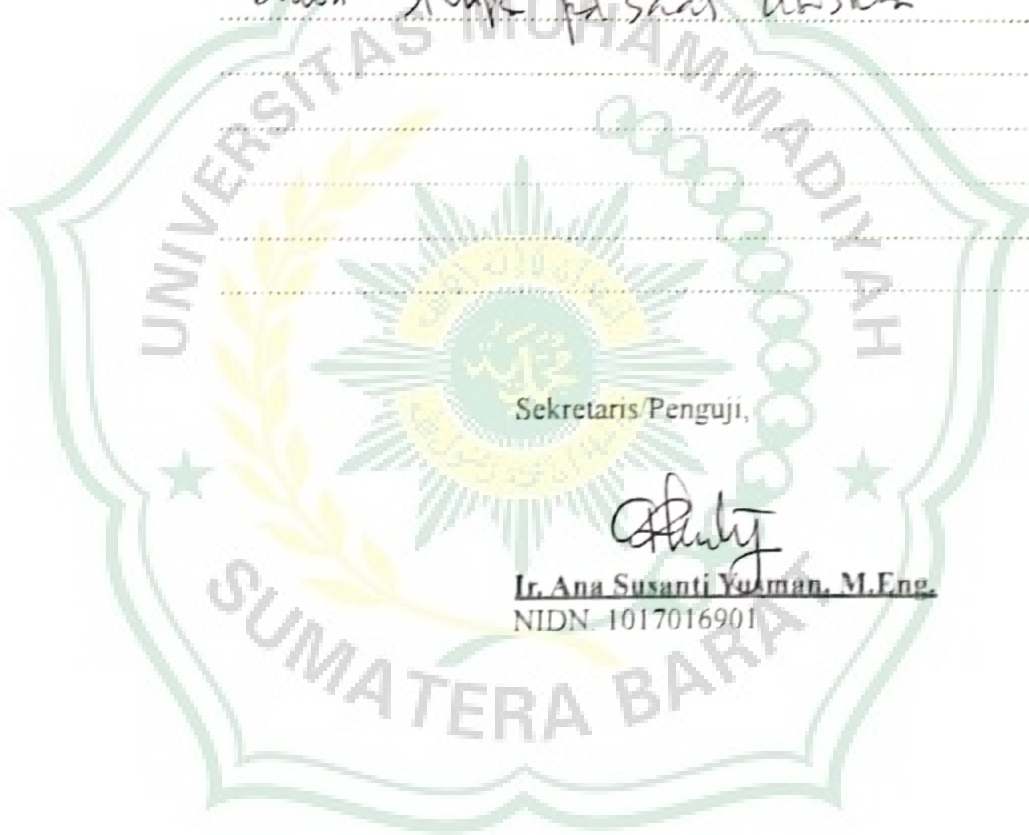
Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi (26131) Telp. (0752) 625737, Hp. 082384929103  
Website: [www.fi.umsb.ac.id](http://www.fi.umsb.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsb.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsb.ac.id)

**REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI**

Tanggal Ujian: 6 Juli 2022

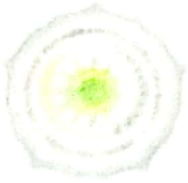
Nama : Raihan Khalid Lisya Putra  
NIM : 181000222201116  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Kelas Pesantren Abdul Karim Syueib  
Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randah Tabek Sarajo  
Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan : Perbaiki penulisan bab Skripsi  
- bawa Skripsi pd saat absensi



Sekretaris/Penguji,

Ir. Ana Susanti Yulman, M.Eng.  
NIDN. 1017016901



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
FAKULTAS TEKNIK

Alamat: P. J. Pasia Ase Kuning No. 1 Bukittinggi (26111) Telp: (0752) 625717 Hp: 082984926019  
Website: [www.umsumbar.ac.id](http://www.umsumbar.ac.id) Email: [fakultas@umsumbar.ac.id](mailto: fakultas@umsumbar.ac.id)

REVISI SIDANG SKRIPSI  
Tanggal Ujian: 13 Agustus 2022

Nama : Raihan Khalid Lieya Putra  
NIM : 181000222201116  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Kelas Pesantren Abdul Karim Syueib  
Madrasah Alyyah Swasta Terpadu Guguk Randah Tabek Sarajo  
Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam  
Catatan Perbaikan : cek *Perencanaan*



Masril S. L. M. L.  
NIPN 1005057407





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

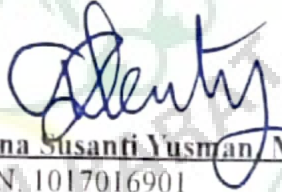
Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsh.ac.id](http://www.ft.umsh.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsh.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsh.ac.id)

**REVISI SIDANG SKRIPSI**  
Tanggal Ujian: 13 Agustus 2022

Nama : Raihan Khalid Lisya Putra  
NIM : 181000222201116  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Kelas Pesantren Abdul Karim Syueib  
Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randah Tabek Sarajo  
Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan : Cek kembali usul dan skripsi  
Bawa skripsi ketika revisi.

Sekretaris/Penguji,

  
**Ir. Ana Susanti Yusman, M.Eng.**  
NIDN. 1017016901





UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT  
**FAKULTAS TEKNIK**

Alamat: Jl. By Pass Aur Kuning No. 1 Bukittinggi. (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103  
Website: [www.ft.umsh.ac.id](http://www.ft.umsh.ac.id) Email: [fakultasteknik@umsh.ac.id](mailto:fakultasteknik@umsh.ac.id)

**REVISI SIDANG SKRIPSI**  
Tanggal Ujian: 13 Agustus 2022

Nama : Raihan Khalid Lisyia Putra  
NIM : 181000222201116  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Kelas Pesantren Abdul Karim Syueib  
Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randah Tabek Sarajo  
Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan : \* Perbaiki yg terlorokin  
\* Cebe lagi penulisan  
\*  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Acc filid  
16/8/22

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.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: 13 Agustus 2022

Nama : Raihan Khalid Lisy Putra  
NIM : 181000222201116  
Judul Skripsi : Perencanaan Struktur Gedung Kelas Pesantren Abdul Karim Syueib  
Madrasah Aliyah Swasta Terpadu Guguk Randal Tabek Sarajo  
Kecamatan IV Koto Kabupaten Agam

Catatan Perbaikan :  
1. fampirkan foto gempa dari SNI gempa  
2. coba (bny) per kecil dimensi pondasi

  
Acc Jilid

Penguji,

  
Yorizal Putra, S.T., M.T.  
NIDN. 1002049201