

SKRIPSI

TINJAUAN ULANG PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SMP MUHAMMADIYAH KOTA PAYAKUMBUH

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



Disusun oleh:

MUHAMMAD ANSHAR
181000222201085

**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

TINJAUAN ULANG PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG SMP
MUHAMMADIYAH KOTA PAYAKUMBUH

Oleh

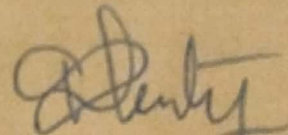
MUHAMMAD ANSHAR
181000222201085

Dosen Pembimbing I



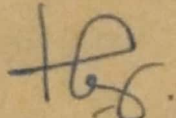
Masril, S.T., M.T.
NIDN.1005057407

Dosen Pembimbing II



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

Ketua Prodi Teknik Sipil



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

Dekan Fakultas Teknik UMSB



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

PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

2022

LEMBARAN PERSETUJUAN TIM PENGUJI

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

Bukittinggi,

Mahasiswa,

Muhammad Anshar

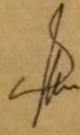
NIM. 181000222201085

Disetujui Tim Penguji Skripsi tanggal 28 Agustus 2022 :

1. Elfania Bastian, S.T.,M.T

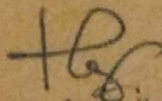
1. 

2. Yosrizal Putra, S.T.,M.T

2. 

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Sipil



Helga Yermadona, S. Pd. MT

NIDN. 1013098502

LEMBARAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Anshar

NIM : 181000222201085

Judul Skripsi : TINJAUAN ULANG PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG
SMP MUHAMMADIYAH KOTA PAYAKUMBUH

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan Skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan yang tercantum sebagai bagian dari Skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya akan mencantumkan sumber yang jelas. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidak benaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.

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

Bukittinggi,

Yang membuat pernyataan,



Muhammad Anshar

NIM. 181000222201085

ABSTRAK

Perencanaan ulang gedung SMP Muhammadiyah Kota Payakumbuh bertujuan untuk meningkatkan mutu pendidikan dan untuk mewujudkan masyarakat yang adil dan makmur. Untuk mewujudkan masyarakat yang adil dan makmur. Hal ini dapat dilihat dari jumlah anak didik yang terus meningkat sehingga membutuhkan fasilitas dan sarana penunjang kegiatan belajar –mengajar yang nyaman, serta nyaman bagi para murid dan tenaga pengajar sangat dibutuhkan. Penulis membuat perencanaan ulang gedung SMP Muhammadiyah Kota Payakumbuh 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 $f_y = 400$ Mpa dan mutu beton $f_c' = 24,9$ Mpa. Untuk penulangan pelat lantai dipakai tulangan untuk arah $x = \emptyset 10 - 150$ sedangkan arah $y = \emptyset 10 - 100$. Perencanaan kolom memakai mutu baja $f_y = 400$ Mpa dan mutu beton $f_c' = 24,9$ Mpa dengan ukuran untuk kolom 1 $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ dipakai tulangan 8D13, dan untuk kolom 2 $35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$ dipakai tulangan 8D13. Sedangkan perencanaan balok menggunakan mutu baja $f_y = 400$ Mpa dan mutu beton $f_c' = 24,9$ Mpa dengan ukuran untuk balok induk $35 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ dan balok anak $30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$.

Kata Kunci : struktur, gedung, penulangan



ABSTRACT

The re-planning of the Muhammadiyah Middle School in Payakumbuh aims to improve the quality of education and to create a just and prosperous society. This can be seen from the number of students who continue to increase so that they need facilities and facilities to support teaching and learning activities that are comfortable, as well as comfortable for students and very much needed teaching staff. The author made a re-planning of the Muhammadiyah Middle School building in Payakumbuh City to fulfill these aspects. The construction of high-rise buildings is one way to meet the facilities and infrastructure needed in teaching and learning activities. From the results of this structural analysis, the reinforcement structure is obtained based on the author's analysis. The results obtained that the material used is steel $f_y = 400$ Mpa and concrete quality $f_c' = 24.9$ Mpa. For floor slab reinforcement, reinforcement is used for the direction of $x = 10 - 150$ while the direction of $y = 10 - 100$. Column planning uses steel quality $f_y = 400$ Mpa and concrete quality $f_c' = 24.9$ Mpa with size for column 1 $40 \text{ cm} \times 40 \text{ cm}$ 8D13 reinforcement is used, and for column 2 $35 \text{ cm} \times 35 \text{ cm}$ 8D13 reinforcement is used. While the design of the beams using steel quality $f_y = 400$ MPa and concrete quality $f_c' = 24.9$ MPa with dimensions for main beams of $35 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ and child beams of $30 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$.

Keywords: structure, building, reinforcement



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kehadiran Allah SWT yang atas berkat rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi penulis yang berjudul “ TINJAUAN ULANG STRUKTUR GEDUNG SMP MUHAMMADIYAH KOTA PAYAKUMBUH” 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, 30 Juli 2022

Penulis



DAFTAR ISI

JUDUL

HALAMAN PENGESAHAN

LEMBAR PERSETUJUAN TIM PENGUJI

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

ABSTRAK

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTASI	ix

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Batasan Masalah.....	2
1.4. Tujuan dan Manfaat Penulisan.....	3
1.5. Sistematika Penulisan	3

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Umum.....	5
2.2. Struktur Bawah.....	5
2.2.1. Jenis Dan Fungsi Pondasi	5
2.3. Struktur Atas.....	8
2.3.1 Kolom.....	9
2.3.1.1. Pengertian Kolom.....	9
2.3.1.2. Fungsi Kolom.....	9
2.3.1.3. Jenis – jenis Kolom.....	10
2.3.2 Balok.....	13
2.3.2.1. Pengertian Balok.....	13
2.3.2.2. Fungsi Balok.....	13
2.3.2.3. Jenis – Jenis Balok.....	13
2.3.2.4. Perencanaan tulangan pada balok	14

2.3.3	Pelat Lantai.....	17
2.3.3.1.	Pengertian Pelat Lantai.....	17
2.3.3.2.	Fungsi Pelat Lantai.....	17
2.3.3.3.	Jenis – Jenis Pelat Lantai.....	18
2.3.3.4.	Perencanaan Pelat Lantai	20
2.4.	Material.....	22
2.4.1.	Beton.....	22
2.4.2.	Sifat dan Karakteristik Beton.....	23
2.4.3.	Mutu Beton.....	23
2.4.4.	Baja Tulangan.....	24
2.4.4.1.	Sifat Fisik Baja Tulangan.....	24
2.4.4.2.	Tulangan Polos.....	26
2.4.4.3.	Tulangan Ulir.....	27
2.5.	Pembebanan.....	27
2.5.1.	Beban Mati (<i>Dead Load</i>).....	27
2.5.2.	Beban Hidup (<i>Live Load</i>).....	29
2.5.3.	Beban Gempa (<i>Earthquake</i>).....	31
2.5.3.1.	Waktu Getar Alami	31
2.5.3.2.	Faktor Respon Gempa.....	32
2.5.3.3.	Faktor Keutamaan Gedung.....	33
2.5.3.4.	Faktor Reduksi	34
2.6.	Kombinasi Pembebanan.....	35
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		
3.1.	Lokasi Penelitian.....	38
3.2.	Data Penelitian.....	38
3.2.1.	Jenis Dan Sumber Data.....	38
3.2.2.	Teknik Pengumpulan Data	39
3.3.	Metode Penelitian.....	39
3.4.	Flowchart.....	40

BAB IV ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1.	Preliminary desain penampang.....	41
4.1.1.	Balok.....	41
4.1.2.	Kolom.....	47
4.1.3.	Pelat Lantai.....	48
4.2.	Pembebanan	55
4.2.1.	Beban Mati.....	55
4.2.2.	Beban Hidup	57
4.2.3.	Beban Gempa.....	57
4.3.	Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi SAP2000	60
4.3.1	Menggambar Grid	60
4.3.2	Mendefinisikan Penampang Dan Beban	60
4.3.3	Input Beban Hidup, Mati, Gempa.....	61
4.3.4	Hasil Running SAP2000	63
4.4.	Perhitungan penulangan	65
4.4.1.	Balok	65
4.4.2.	Kolom.....	78
4.4.3.	Pelat Lantai.....	87
4.5.	Rekap Penulangan Balok, Kolom Dan Pelat Lantai	92
4.6.	Pondasi.....	97
4.6.1.	Data Awal	97
4.6.2.	Perhitungan Daya Dukung Pondasi Sumuran.....	99

BABV KESIMPULAN

5.1.	Kesimpulan.....	101
5.2.	Saran.....	102

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Mutu Beton	24
Tabel 2.2 Mutu Baja.....	25
Tabel 2.3 Baja Tulangan Polos	26
Tabel 2.4 baja Tulangan Ulir	27
Tabel 2.5 Berat Bahan Bangunan.....	28
Tabel 2.6 Berat Komponen Bangunan	29
Tabel 2.7 Beban Hidup Pada Lantai Gedung.....	30
Tabel 2.8 Koefisien (ψ)	33
Tabel 2.9 Percepatan Puncak Muka Tanah (A_0)	34
Tabel 2.10. Faktor keutamaan Gedung(I)	34
Tabel 2.11. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa.....	35
Tabel 4.1 Data Prelim Balok	41
Tabel 4.2 Data Prelim Balok Anak	42
Tabel 4.3 Prelim Kolom Lantai 2	47
Tabel 4.4 Kontrol kolom Lantai 2	47
Tabel 4.5 Prelim Kolom Lantai 1	48
Tabel 4.6 Kontrol kolom Lantai 1	48
Tabel 4.7 Rekap Penulangan Balok	95
Tabel 4.8 Rekap Penulangan Kolom.....	96
Tabel 4.9 Rekap Penulangan Pelat Lantai.....	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Macam kolom dan penulangannya	10
Gambar 2.2 Jenis pelat berdasarkan tumpuan	18
Gambar 2.3 Jenis plat berdasarkan perletakannya	19
Gambar 2.4 Jenis plat berdasarkan penulangannya	20
Gambar 2.5 Bentang Teoritis Monolit	21
Gambar 2.6 Bentang Teoritis Tidak Monolit	21
Gambar 2.7 Zona gempa pada wilayah sumatera	31
Gambar 3.1 Peta Lokasi	37
Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian	39
Gambar 4.1 Dimensi Balok	40
Gambar 4.2 Dimensi balok Anak	43
Gambar 4.3 Dimensi Pelat	48
Gambar 4.4 Pelat Tepi Konstruksi	49
Gambar 4.5 Pelat Lantai	51
Gambar 4.6 Grid Gedung SAP 2000	60
Gambar 4.7 Input Penampang	61
Gambar 4.8 Beban Pada Pelat Lantai	62
Gambar 4.9 Beban Pada Balok	62
Gambar 4.10 Beban Gempa	63

Gambar 4.11 Hasil Running SAP 2000	63
Gambar 4.12 Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom 1	83
Gambar 4.13 Diagram Interaksi Kolom Pvs M kolom 2	87
Gambar 4.14 Momen Pada Pelat	89
Gambar 4.15 Balok Induk 35cm x 25cm bentang 5m	92
Gambar 4.16 Balok Induk 35cm x 25cm bentang 4m	93
Gambar 4.17 Balok Induk 35cm x 25cm bentang 3m	93
Gambar 4.18 Kolom 1 40cm x 40cm	94
Gambar 4.19 Kolom 2 35cm x 35cm	94
Gambar 4.20 Pelat lantai tebal 12cm	95



DAFTAR NOTASI

A_m	=	Percepatan respons maksimum atau Faktor Respons Gempa Maksimum pada Spektrum Respons Gempa Rencana.
A_o	=	Percepatan puncak muka tanah akibat pengaruh gempa rencana. A_p Luas penampang ujung tiang.
A_r	=	Pembilang dalam persamaan hiperbola Faktor Respons Gempa C
A_s	=	Luas tulangan tarik non-prategang, mm ²
$A_{s_{min}}$	=	Luas minimum tulangan lentur, mm ²
A_{st}	=	Luas total tulangan longitudinal (batang tulangan atau baja profil), mm ²
A_s'	=	Luas tulangan tekan, mm ²
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
M_u	=	Momen terfaktor pada penampang, N-mm
P_u	=	Beban aksial terfaktor pada eksentrisitas yang diberikan $\leq \square P_n$
q_D	=	Quantitas Beban Mati
q_L	=	Quantitas Beban Hidup
T	=	Waktu getar alami struktur.
V	=	Beban (gaya) geser dasar nominal statik ekuivalen akibat pengaruh gempa rencana.

V_u	=	Gaya geser terfaktor pada penampang, N
W_i	=	Berat lantai tingkat ke-i, termasuk beban hidup yang sesuai.
w_u	=	Beban terfaktor per unit panjang dari balok atau per unit luas pelat
W_t	=	Berat total gedung, termasuk beban hidup yang sesuai
μ	=	Faktor daktilitas struktur gedung.
β	=	Faktor yang didefinisikan
ρ	=	Rasio tulangan tarik non-prategang
ρ'	=	Rasio tulangan tekan non-prategang
D	=	Diameter Tulangan ulir
\emptyset	=	Diameter tulangan
Ψ	=	Koefesien nilai untuk wilayah gempa
π	=	Nilai phi (3,14 atau 22/7)



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara yang sedang giat-giatnya melakukan pembangunan, untuk menjadikan negara yang maju. Perjuangan ini penuh dengan tantangan agar dapat mewujudkan masyarakat yang adil dan makmur. Untuk mewujudkan masyarakat yang adil dan makmur, maka pemerintah sedang berupaya melakukan pembangunan disegala bidang seperti : bidang politik, sosial, ekonomi, dan pendidikan. Seperti halnya dengan gedung “SMP Muhammadiyah kota Payakumbuh” yang bertujuan untuk meningkatkan sarana dan prasarana pada bidang pendidikan.

Mengingat pentingnya peranan gedung sekolah, maka pembangunan gedung sekolah ditinjau dari beberapa sisi. Hal tersebut antara lain peninjauan kelayakan konstruksi gedung tersebut, dalam hubungannya sesuai dengan kemampuan gedung sekolah dalam menerima beban.

Salah satu faktor yang paling berpengaruh dalam perencanaan gedung adalah perencanaan strukturnya, struktur sebuah bangunan adalah elemen yang menjadi penentu keamanan dan ketahanan bangunan dalam menahan beban. Payakumbuh merupakan wilayah yang sering dilanda gempa. Oleh sebab itu dalam perencanaan gedung harus didesain sedemikian rupa agar dapat digunakan sebaik-baiknya, nyaman, dan aman terhadap bahaya gempa dan keruntuhan bagi pengguna gedung.

Untuk bangunan smp muhammadiyah menggunakan *Software* SAP2000 dan perhitungan gaya/beban gempa yang bekerja dengan metode Analisis Statik Ekuivalen.

Perencanaan ini berbasis SNI 03-2847-2019 tentang persyaratan Beton Struktural untuk Bagunan Gedung dan SNI 03-1726-2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non gedung. Kedua SNI ini merupakan dasar utama dalam perencanaan struktur dengan

sistem struktur penahan gaya seismik. Peraturan pembebanan adalah SNI 1727-2019.

Dengan itu diharapkan struktur dapat bertahan dari beban-beban tanpa ada kegagalan struktur. Tetapi bila terjadi kegagalan struktur, yang pertama kali terjadi pada struktur balok sehingga bisa memberikan tanda dan waktu bagi penghuni gedung untuk menyelamatkan diri sebelum kegagalan kolom terjadi.

1.2 Rumusan Masalah

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

- a. SMP Muhammadiyah kota Payakumbuh merupakan suatu lembaga pendidikan yang membutuhkan gedung sebagai sarana dan prasarana dalam meningkatkan mutu belajar mengajar.
- b. Dikarenakan wilayah Sumatera Barat merupakan wilayah yang sering mengalami gempa maka perlu perencanaan struktur yang tahan terhadap gempa

1.3 Batasan Masalah

Untuk menghindari terjadinya pelebaran pembahasan maka dalam penulisan skripsi ini permasalahan dibatasi pada :

1. Aspek-aspek struktur yang direncanakan meliputi :
 - a. Balok, Kolom serta penulangannya.
 - b. Pelat lantai dan penulangannya.
 - c. Pondasi.
2. Perhitungan beban gempa menggunakan analisis *Respon spectrum* SNI 1726-2019
3. Perencanaan struktur bangunan dengan bantuan *Software* SAP 2000. Data tanah merupakan hasil pengujian sondir.
4. Hanya merencanakan struktur bangunan, tidak mencakup MEP.

1.4 Tujuan dan Manfaat Penelitian

1.4.1 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin penulis capai pada skripsi ini adalah merencanakan struktur gedung yang aman terhadap gempa, dapat menentukan dimensi dan perhitungan penulangan kolom, balok, pelat lantai serta dapat menentukan jenis pondasi yang cocok.

1.4.2 Manfaat Penelitian

- a. Menambah pengetahuan di bidang perencanaan struktur khususnya perencanaan struktur beton dengan prinsip daktail parsial.
- b. Menjadi sarana bagi penulis untuk menuangkan ilmu yang telah didapat selama perkuliahan.
- c. Perencanaan ini dapat dipakai sebagai referensi perencanaan struktur Gedung tahan gempa terutama di daerah payakumbuh dan sekitarnya.

1.5 Sistematika Penulisan

Adapun garis besar dari penulisan tugas akhir ini adalah :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini menjelaskan tentang latar belakang penulisan, rumusan masalah, Batasan masalah tujuan dan manfaat penulisan dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini akan diuraikan pengertian umum perhitungan perencanaan struktur Gedung dan menampilkan gambaran umum bangunan yaitu meliputi : lokasi bangunan, data umum proyek, data teknis proyek serta dasar-dasar perhitungan perencanaan Gedung.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

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

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini berisi berbagai perhitungan perencanaan dan menampilkan hasil perencanaannya.

BAB V PENUTUP

Pada bab ini akan menyajikan uraian jawaban dari rumusan masalah tersebut dan memberikan beberapa saran bagi pihak-pihak tertentu.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum

Suatu gedung dengan struktur beton bertulang yang berlantai banyak sangat rawan terhadap keruntuhan jika tidak direncanakan dengan baik. Oleh karena itu, diperlukan suatu perencanaan struktur yang tepat dan teliti agar dapat memenuhi kriteria kekuatan (*Strength*), kenyamanan (*Serviceability*), keselamatan (*Safety*), dan umur rencana bangunan (*Durability*). 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 pelat. Setiap komponen tersebut memiliki fungsi yang berbeda-beda di dalam sebuah struktur (Hariono).

2.2 Struktur Bawah

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

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

2.2.1 Jenis Dan Fungsi Pondasi

Untuk menentukan jenis, ukuran dan konstruksi pondasi harus memperhitungkan jenis bangunan, beban bangunan, kondisi tanah, dan faktor-faktor lain yang mempengaruhinya. Dikarenakan fungsi pondasi adalah meneruskan beban yang ada pada bangunan ke tanah sebagai pendukung bangunan, maka pondasi perlu diperhitungkan dengan sebaik-baiknya.

Berdasarkan kemungkinan beban yang harus dipikul pondasi dibagi atas :

1. Pondasi dangkal

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

Pondasi dangkal terbagi atas :

- a. Pondasi telapak
- b. Pondasi memanjang
- c. Pondasi rakit

2. Pondasi dalam

pondasi dalam digunakan apabila lapisan tanah dasar yang mampu mendukung beban terletak jauh dari permukaan tanah, terbagi atas :

- a. Pondasi sumuran
- b. Pondasi tiang

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

1. Bila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 2-3 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini bangunan bisa menggunakan pondasi telapak.
2. Apabila tanah pendukung pondasi terletak pada kedalaman 10 meter dibawah permukaan tanah, dalam kondisi ini bisa menggunakan pondasi tiang apung.

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

2.2.2 Pondasi sumuran (caisson)

- Pengertian Pondasi Sumuran (caisson)

Pondasi sumuran adalah suatu bentuk peralihan antara pondasi dangkal dan pondasi tiang digunakan apabila tanah dasar terletak pada kedalaman yang relatif dalam.

- 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)

- Persamaan daya dukung Pondasi Sumuran

$$Q_b = A_h \times q_c \dots\dots\dots \text{pers 1}$$

Keterangan :

$$Q_b = \text{Daya dukung ujung (kg)}$$

Ah = Luas penampang (cm²)

qc = Tekanan rata-rata (Kg/cm²)

Qs = As x Fspers 2

Keterangan :

Qs = Daya dukung kulit (Kg)

As = Luas selimut (cm²)

Fs = Tahanan

dinding (Kg/cm²)

Fs dapat dicari

dengan

persamaan :

Fs = 0,012 x qc

Qs

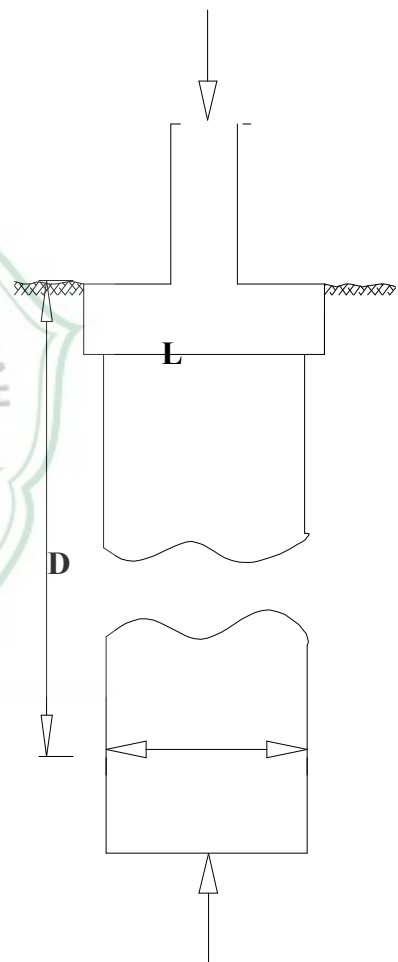
Qult = Qb + Qspers 3

Qall = $\frac{Qult}{Sf}$ pers 4

Keterangan :

Qult = Daya dukung batas (Kg)

Sf = Angka Keamanan



2.3 Struktur Atas

Struktur atas suatu gedung adalah seluruh bagian struktur gedung yang berada di atas muka tanah (SNI 2002). Struktur atas ini terdiri atas kolom, pelat, balok, dinding geser dan tangga, yang masing-masing mempunyai peran yang sangat penting. Gedung SMP Muhammadiyah ini terdiri dari 2 lantai, dalam penulisan skripsi ini penulis hanya akan meninjau struktur atas saja, terdiri dari:

1. Kolom
2. Balok
3. Pelat lantai

2.3.1 Kolom

2.3.1.1 Pengertian Kolom

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

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

2.3.1.2 Fungsi Kolom

Fungsi kolom adalah sebagai penerus beban seluruh bangunan ke pondasi. Bila diumpamakan, kolom itu seperti rangka tubuh manusia yang memastikan sebuah bangunan

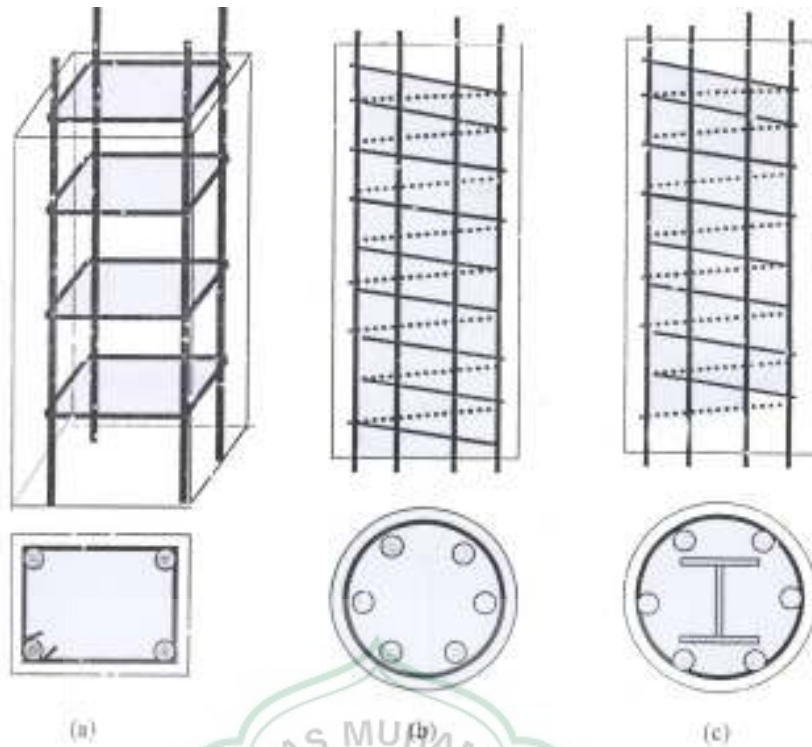
berdiri. Kolom termasuk struktur utama untuk meneruskan berat bangunan dan beban lain seperti beban hidup (manusia dan barang-barang), serta beban hembusan angin. SK SNI T-15-1991-03 mendefinisikan kolom adalah komponen struktur bangunan yang tugas utamanya menyangga beban aksial tekan vertikal dengan bagian tinggi yang tidak ditopang paling tidak tiga kali dimensi lateral terkecil.

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

2.3.1.3 Jenis – Jenis Kolom

Jenis kolom berdasarkan bentuk dan macam penulangannya dapat dibagi menjadi tiga kategori yang diperlihatkan pada gambar 2.1. yaitu :

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



Gambar 2.1. Macam kolom dan penulangannya

- (a) Kolom persegi bertulangan sengkang
- (b) Kolom bundar bertulangan spiral
- (c) Kolom komposit

(Sumber: Bagas Hermawan1/beton-bertulang)

Kolom bersengkang merupakan jenis kolom yang paling banyak digunakan karena pengerjaan yang mudah dan murah dalam pembuatannya. Walaupun demikian kolom segi empat maupun kolom bundar dengan penulangan spiral kadang-kadang digunakan juga, terutama untuk kolom yang memerlukan daktilitas cukup tinggi untuk daerah rawan gempa. Pembagian tulangan pada kolom berpenampang persegi dapat dilakukan dengan menggunakan dua cara, yaitu pertama tulangan dipasang simetris pada dua sisi penampang, tegak lurus terhadap arah lentur dan $A_s = A'_s = 0,5 A_{st}$, sedangkan cara keduanya tulangan dibagi sama rata pada sisi penampang dengan $A_s = A'_s = A_{st} = 0,25 A_{st}$.

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

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

$$\frac{P_U}{\phi A_{gr} \cdot 0,85 \cdot f_C} \quad (2.1)$$

Keterangan:

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

Pada sumbu horizontal dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

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

Keterangan:

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

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

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

Keterangan:

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

Besaran pada kedua sumbu dapat dihitung dan ditentukan, kemudian nilai suatu r dapat dibaca. Penulangan yang

diperlukan adalah β . r, dengan β bergantung pada mutu beton. Untuk kolom diperkenankan menganggap faktor reduksi kekuatan $\phi = 0,65$ sedangkan untuk harga dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan dibawah ini:

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

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

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

Keterangan:

P_n = Gaya aksial nominal
 ϕ = Faktor reduksi kekuatan

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

Keterangan:

A_s = Luas tulangan persisi
 f_y = Mutu Baja
 d = Tinggi kolom dikurangi asumsi selimut beton
 d' = Asumsi selimut beton
 $b = h$ = Lebar dan tinggi kolom

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

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

2.3.2 Balok

2.3.2.1 Pengertian Balok

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

2.3.2.2 Fungsi Balok

Fungsi balok antara lain :

- 1) Meneruskan beban dinding ke kolom
- 2) Sebagai pengikat kolom
- 3) Menambah kekuatan lentur pelat
- 4) Menambah kekuatan horizontal pada struktur

2.3.2.3 Jenis – jenis Balok

Beberapa jenis balok antara lain:

1. Balok sederhana bertumpu pada kolom diujung-ujungnya, dengan satu ujung bebas berotasi dan tidak memiliki momen tahan. Seperti struktur statis lainnya, nilai dari semua reaksi, pergeseran dan momen untuk balok sederhana adalah tidak tergantung bentuk penampang dan materialnya.
2. Kantilever adalah balok yang diproyeksikan atau struktur kaku lainnya didukung hanya pada satu ujung tetap.
3. Balok teritisan adalah balok sederhana yang memanjang melewati salah satu kolom tumpuannya.
4. Balok dengan ujung-ujung tetap (dikaitkan kuat) menahan translasi dan rotasi.
5. Bentangan tersuspensi adalah balok sederhana yang ditopang oleh teritisan dari dua bentang dengan konstruksi sambungan pin pada momen nol.
6. Balok kontinu memanjang secara menerus melewati lebih dari dua kolom tumpuan untuk menghasilkan kekakuan yang lebih besar dan momen yang lebih kecil dari serangkaian balok tidak menerus dengan panjang dan beban yang sama.

2.3.2.4 Perencanaan Tulangan pada Balok

1. Momen

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

2. Luas Tulangan (A_s)

- a. Mengubah beban atau momen yang bekerja menjadi beban rencana (W_u) atau momen rencana (M_u) termasuk berat sendiri.
- b. Berdasarkan h yang diketahui, maka diperkirakan d dengan menggunakan hubungan $d=h-80 \text{ mm}$, dan kemudian hitunglah k yang diperlukan memakai persamaan berikut ini:

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

Keterangan:

K = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

M_u = Momen terfaktor

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

b = Lebar (m)

d = Tinggi efektif (m)

- c. Menentukan rasio penulangan berdasarkan tabel luas penampang tulangan baja.
- d. Menghitung A_s yang diperlukan dengan persamaan berikut ini:

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

Keterangan:

A_s = Luas tulangan persisi

p = Selimut beton

b = lebar balok

d = Tinggi efektif penampang balok

3. Merencanakan dimensi penampang dan As

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

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

Keterangan:

P_{min} = Rasio tulangan minimum

P_{max} = Rasio tulangan maksimum

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

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

Keterangan:

d = Tinggi efektif penampang balok

M_u = Momen terfaktor

ϕ = Faktor reduksi kekuatan

4. Perencanaan tulangan geser

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

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

Keterangan:

V_c = Kuat geser nominal

F_u = Tegangan tarik

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

Keterangan:

V_s = Kuat geser nominal

V_u = Gaya geser terfaktor

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

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

Keterangan:

V_u = Gaya geser terfaktor

M_u = Momen terfaktor

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

Keterangan:

V_c = Gaya geser nominal

$F'c$ = Kuat tekan beton

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

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

Keterangan:

A_s = Luas tulangan tarik

F_y = Tegangan leleh baja

S = Spasi tulangan geser

2.3.3 Pelat lantai

2.3.3.1 Pengertian Pelat Lantai

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

- a. Besar lendutan yang diinginkan.
- b. Lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung.
- c. Bahan material konstruksi dan pelat lantai.

Pelat lantai harus direncanakan kaku, rata, lurus dan *waterpass* (mempunyai ketinggian yang sama dan tidak miring), pelat lantai dapat diberi sedikit kemiringan untuk kepentingan aliran air. Ketebalan pelat lantai ditentukan oleh : beban yang harus didukung, besar lendutan yang diizinkan, lebar bentangan atau jarak antara balok-balok pendukung, bahan konstruksi dari pelat lantai.

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

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

bergantung pada bentuk pelat, kemampuan yang diinginkan untuk pelat menerima lendutan yang diizinkan.

2.3.3.2 Fungsi Pelat Lantai

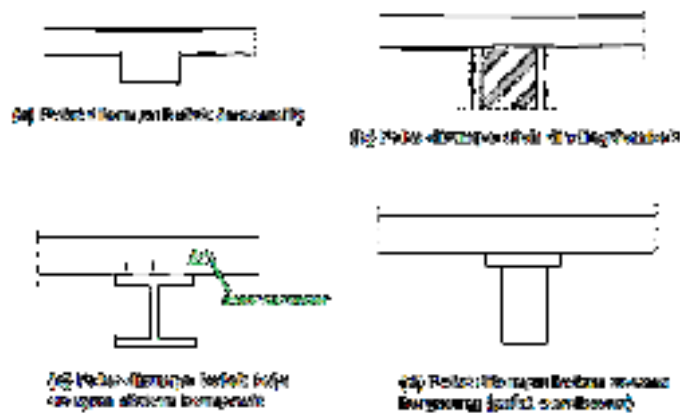
Adapun fungsi pelat lantai adalah sebagai berikut :

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

2.3.3.3 Jenis – jenis Plat Lantai

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

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



(Gambar 2.2 jenis pelat berdasarkan tumpuan)

(Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang)

Jenis – jenis plat lantai berdasarkan perletakannya adalah:

1. Terletak bebas

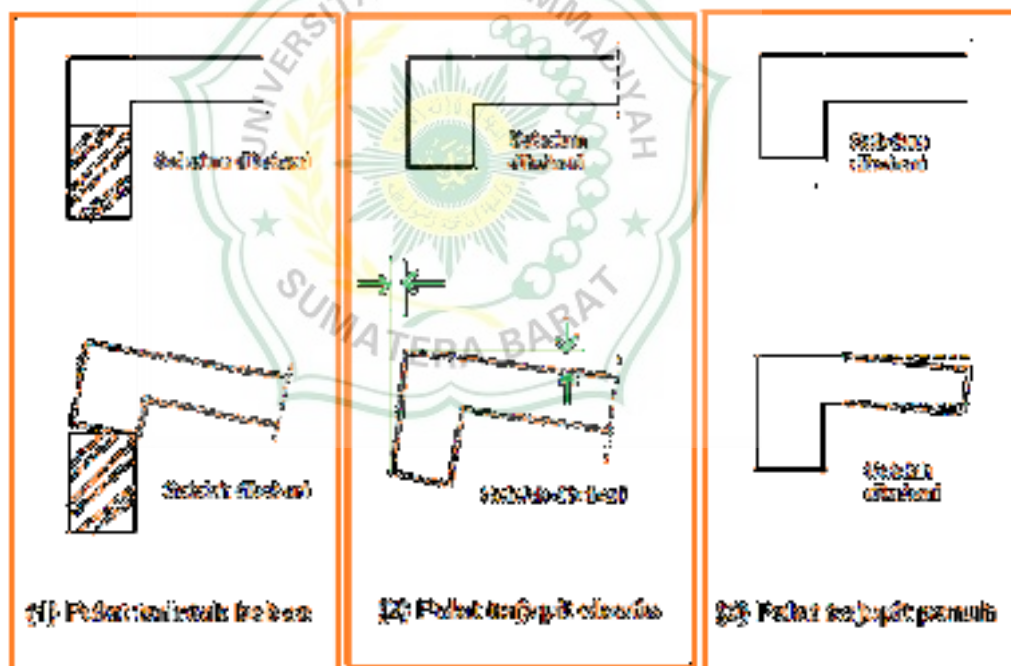
Jika pelat diletakan begitu saja diatas balok, atau antara pelat dan balok tidak dicor bersama-sama sehingga pelat dapat berotasi bebas pada tumpuan tersebut.

2. Terjepit elastis

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

3. Terjepit penuh

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



(Gambar 2.3 jenis pelat berdasarkan perletakannya)

(Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang)

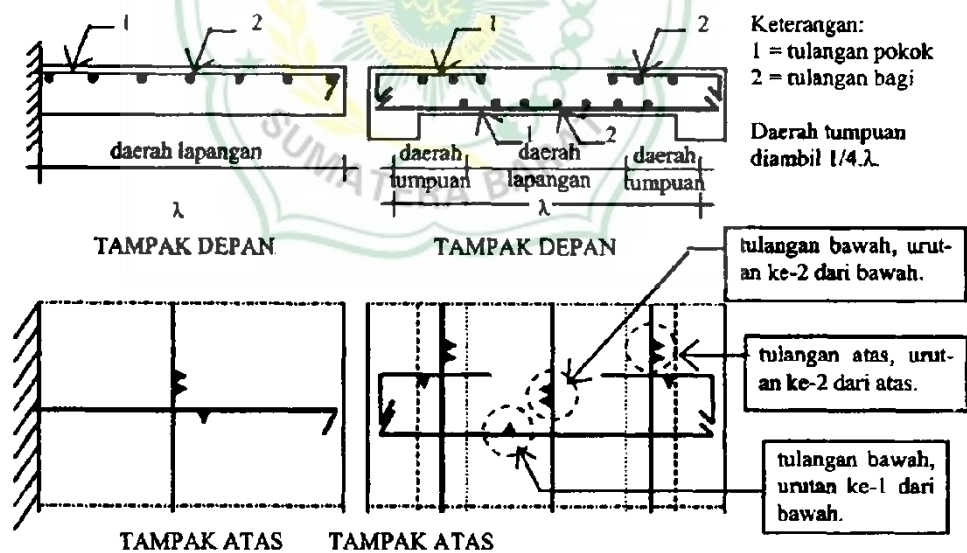
Jenis – jenis pelat lantai berdasarkan system penulangannya adalah:

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

Konstruksi pelat satu arah dengan tulangan pokok satu arah ini akan dijumpai jika pelat beton lebih dominan menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang satu arah saja. Contoh pelat satu arah adalah pelat Kantilever (*Luiifel*) dan pelat yang ditumpu oleh 2 tumpuan sejajar.

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

Konstruksi pelat dua arah dengan tulangan pokok dua arah ini akan dijumpai jika pelat beton menahan beban yang berupa momen lentur pada bentang dua arah. Pada tinjauan pelat lantai ini sistem penulangan pelat yang dipakai adalah pelat dua arah ini. Contoh pelat dua arah adalah pelat yang ditumpu oleh 4 sisi yang saling sejajar seperti pada proyek Pembangunan Gedung Layanan Keperawatan Gigi Poltekkes Kemenkes Padang ini.



(a). Pelat kantilever

(b). Pelat dengan dua tumpuan sejajar

(Gambar 2.4 Jenis pelat berdasarkan penulangannya)

(Sumber: BagasHermawan1/beton-bertulang)

2.3.3.4 Perencanaan Pelat Lantai

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

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

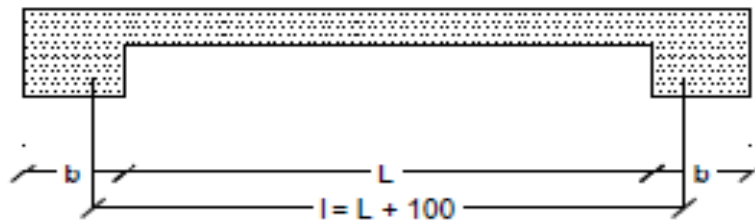
Dalam perhitungan perencanaan pelat beton bertulang digunakan pengertian bentang teoritis yang dinyatakan dengan l . Nilai ini dianggap sama dengan bentang bersih L antara kedua bidang permukaan tumpuan ditambah dengan setengah panjang perletakan a pada setiap ujung. Bila lebar balok lebih dari dua kali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

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

Keterangan:

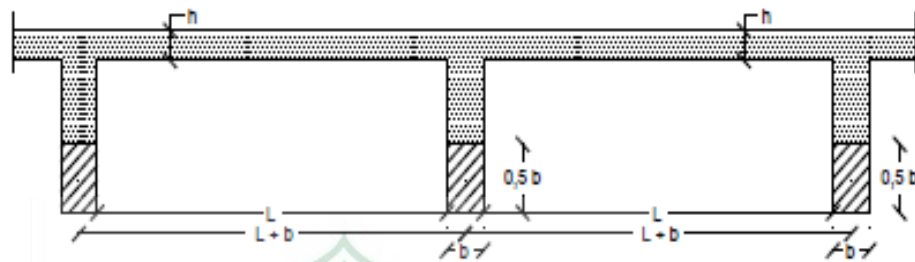
L = Panjang bentang

B = Lebar daerah komponen



Gambar 2.5 Bentang teoritis monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)



Gambar 2.6 Bentang teoritis tidak monolit

Sumber: (Vis-Kusuma, 1993)

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

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

Keterangan:

- d = Tebal selimut beton
- h = Tinggi pelat
- p = Beban terpusat
- ϕ = Faktor reduksi kekuatan

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

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

Keterangan:

K = Faktor panjang efektif komponen struktur tekan

M_u = Momen (kNm)

ϕ = 0,8

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

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

Keterangan:

A_s = Rasio tulangan

ρ_{min} = Rasio tulangan minimum

b = Lebar (mm)

2.4 Material

Pada umumnya pada saat sekarang ini terutama untuk gedung, material yang di pakai dalam konstruksi gedung hanya terdiri dari beton dan baja saja.

2.4.1 Beton

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

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

yang setelah dicampur merata (warnanya seragam) menghasilkan suatu campuran yang plastis (antara cair dan padat) sehingga dapat dituang ke dalam cetakan, untuk membentuknya menjadi bentuk yang diinginkan setelah menjadi keras / padat (Tjokrodimuljo,1992).

2.4.2 Sifat dan Karakteristik Beton

Sifat dan karakteristik beton antara lain sebagai berikut:

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

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

2.4.3 Mutu Beton

Kekuatan tekan adalah kemampuan beton untuk menerima gaya tekan persatuan luas. Kuat tekan beton mengidentifikasi mutu dari sebuah struktur. Semakin tinggi kekuatan struktur dikehendaki, semakin tinggi pula mutu beton yang dihasilkan (Mulyono, 2004).

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

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

Keterangan: f'_c = kuat tekan beton (MPa)
 A = luas bidang desak benda uji (mm^2)
 P = beban tekan (N)

Tabel 2.1. Mutu Beton

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

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

2.4.4 Baja Tulangan

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

2.4.4.1 Sifat Fisik Baja Tulangan

Sifat fisik batang tulangan baja yang penting untuk digunakan dalam perhitungan perencanaan beton bertulang adalah tegangan leleh (f_y) dan modulus elastisitas (E_s). Tegangan leleh baja ditentukan melalui prosedur pengujian standar sesuai SII 0136-84. Tegangan leleh adalah tegangan baja pada saat mana meningkatnya tegangan, tidak disertai lagi dengan peningkatan regangannya. Modulus elastisitas baja ditentukan berdasarkan kemiringan awal kurva tegangan – regangan di daerah elastis. Ketentuan SNI 03-2846-2002 menetapkan nilai $E_s = 200.000$ MPa.

Baja tulangan untuk konstruksi beton bertulang ada bermacam macam jenis dan mutu tergantung dari pabrik yang

membuatnya. Ada dua jenis baja tulangan , tulangan polos (*Plain bar*) dan tulangan ulir (*Deformed bar*). Sebagian besar baja tulangan yang ada di Indonesia berupa tulangan polos untuk baja lunak dan tulangan ulir untuk baja keras. Beton tidak dapat menahan gaya tarik melebihi nilai tertentu tanpa mengalami keretakan. Oleh karena itu, agar beton dapat bekerja dengan baik dalam sistem struktur, beton perlu dibantu dengan memberinya perkuatan penulangan yang berfungsi menahan gaya tarik.

Penulangan beton menggunakan bahan baja yang memiliki sifat teknis yang kuat menahan gaya tarik. Baja beton yang digunakan dapat berupa batang baja lonjoran atau kawat rangkai las (*wire mesh*) yang berupa batang-batang baja yang dianyam dengan teknik pengelasan. Baja beton dikodekan berurutan dengan: huruf BJ, TP dan TD.

BJ berarti Baja

TP berarti Tulangan Polos

TD berarti Tulangan Deformasi (Ulir)

Angka yang terdapat pada kode tulangan menyatakan batas leleh karakteristik yang dijamin. Baja beton BJTP 24 dipasok sebagai baja beton polos, dan bentuk dari baja beton BJTD 40 adalah deform atau dipuntir . Baja beton yang dipakai dalam bangunan harus memenuhi norma persyaratan terhadap metode pengujian dan pemeriksaan untuk bermacam macam mutu baja beton menurut Tabel.

Tabel 2.2. Mutu baja

Simbol mutu	Tegangan leleh Minimum (kN/ cm ²)	Kekuatan tarik Minimum (kN/ cm ²)	Perpanjangan Minimum (%)
BJTP – 24	24	39	18
BJTP – 30	30	49	14
BJTD – 30	30	49	14

BJTD – 35	35	50	18
BJTD – 40	40	57	16

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

SNI menggunakan simbol BJTP (Baja Tulangan Polos) dan BJTD (Baja Tulangan Ulir). Baja tulangan polos yang tersedia mulai dari mutu BJTP -24 hingga BJTP – 30, dan baja tulangan ulir umumnya dari BJTD – 30 hingga BJTD 40. Angka yang mengikuti simbol ini menyatakan tegangan leleh karakteristik materialnya. Sebagai contoh BJTP – 24 menyatakan baja tulangan polos dengan tegangan leleh material 2400kg/ cm^2 (240 MPa)

Secara umum berdasarkan SNI 03-2847-2002 tentang Tata cara perhitungan struktur beton untuk bangunan gedung, baja tulangan yang digunakan harus tulangan ulir. Baja polos diperkenankan untuk tulangan spiral atau tendon. Di samping mutu baja beton BJTP 24 dan BJTD 40 seperti yang ditabelkan itu, mutu baja yang lain dapat juga spesial dipesan (misalnya BJTP 30). Tetapi perlu juga diingat, bahwa waktu didapatnya lebih lama dan harganya jauh lebih mahal. Guna menghindari kesalahan pada saat pemasangan, lokasi penyimpanan baja yang spesial dipesan itu perlu dipisahkan dari baja Bj.Tp 24 dan Bj.Td 40 yang umum dipakai. Sifat-sifat fisik baja beton dapat ditentukan melalui pengujian tarik. Sifat fisik tersebut adalah: kuat tarik (f_y), batas luluh/leleh, regangan pada beban maksimal, modulus elastisitas (konstanta material), (E_s)

2.4.4.2 Tulangan Polos

Baja tulangan ini tersedia dalam beberapa diameter, tetapi karena ketentuan SNI hanya memperkenankan pemakaiannya untuk sengkang dan tulangan spiral, maka pemakaiannya terbatas. Saat ini tulangan polos yang mudah dijumpai adalah hingga diameter 16 mm, dengan panjang 12 m.

Tabel 2.3. Baja Tulangan Polos

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

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

2.4.4.3 Tulangan Ulir

Tabel 2.4. Baja Tulangan Ulir

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

(Sumber : SNI Baja Tulangan Beton tahun 2012)

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

2.5 Pembebanan

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

2.5.1 Beban Mati (*Dead Load*)

Menurut SNI 2013 Beban mati adalah berat seluruh bahan konstruksi bangunan gedung yang terpasang, termasuk dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi tetap, *finishing*, klading gedung dan komponen arsitektural dan struktural lainnya serta peralatan lain terpasang lain termasuk berat keran. Berat sendiri dari bahan-bahan bangunan gedung yang harus ditinjau dalam menentukan beban mati suatu gedung harus diambil dari tabel berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung berdasarkan PPPURG 1987.

Tabel 2.5. Berat bahan bangunan

Bahan Bangunan	Kg/m ³
Baja	7850
Batu alam	2600
Batu belah, batu bulat, batu gunung	1500
Batu karang	700
Batu pecah	1450
Besi tuang	7250
Beton	2200
Beton bertulang	2400
Kayu	1000
Kerikil, Koral	1650
Pasangan bata merah	1700
Pasangan batu belah	2200
Pasangan batu cetak	2200
Pasangan batu karang	1450

Pasir (kering udara sampai lembab)	1600
Pasir (jenuh air)	1800
Pasir kerikil, koral	1850
Tanah, lempung, lanau (kering udara sampai lembab)	1700
Tanah, lempung, lanau (basah)	2000
Timah hitam	11400

(Sumber : PPPURG 1987)

Tabel 2.6 berat komponen bangunan

Komponen Gedung	Kg/m ²
Adukan per cm tebal:	
- dari semen	21
- dari kapur semen merah atau tras	17
Aspal per cm tebal	14
Dinding pasangan bata merah	
- satu batu	450
- setengah batu	250
Dinding pasangan batako	
Berlubang:	
- 20cm	200
- 10cm	120
Tanpa lubang	
- 15	300
- 10	200

Langit-langit dan dinding terdiri dari:	
- semen asbes	11
- kaca 3-5mm	10
Lantai kayu sederhana dengan balok kayu tanpa langit-langit bentang maksimum 5m beban hidup 200kg/m ²	40

Penggantung langit-langit dari kayu	7
Penutup atap genteng dengan reng dan usuk	50
Penutup atap sirap	40
Penutup atap seng gelombang	10
Penutup lantai dari ubin	24
Semen asbes gelombang	11

(Sumber : PPPURG 1987)

2.5.2 Beban Hidup (*Live Load*)

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

Tabel 2.7. Beban hidup pada lantai gedung

Jenis	Kg/m ²
Lantai dan tangga rumah tinggal kecuali yang disebut dalam b	200
Lantai dan tangga sederhana rumah tinggal dan gudang yang tidak penting yang bukan untuk took, pabrik atau bengkel	125
Lantai sekolah, ruang kuliah, kantor, toko, toserba, restoran, hotel, rumah sakit	250
Lantai ruang olahraga	400
Lantai ruang dansa	500
Lantai dan balkon dalam dari ruang-ruang untuk pertemuan yang lain, daripada yang disebut dalam a sampai e, seperti masjid, gereja, ruang pagelaran, ruang rapat, bioskop dan panggung penonton	400
Panggung penonton dengan tempat duduk tidak tetap	500

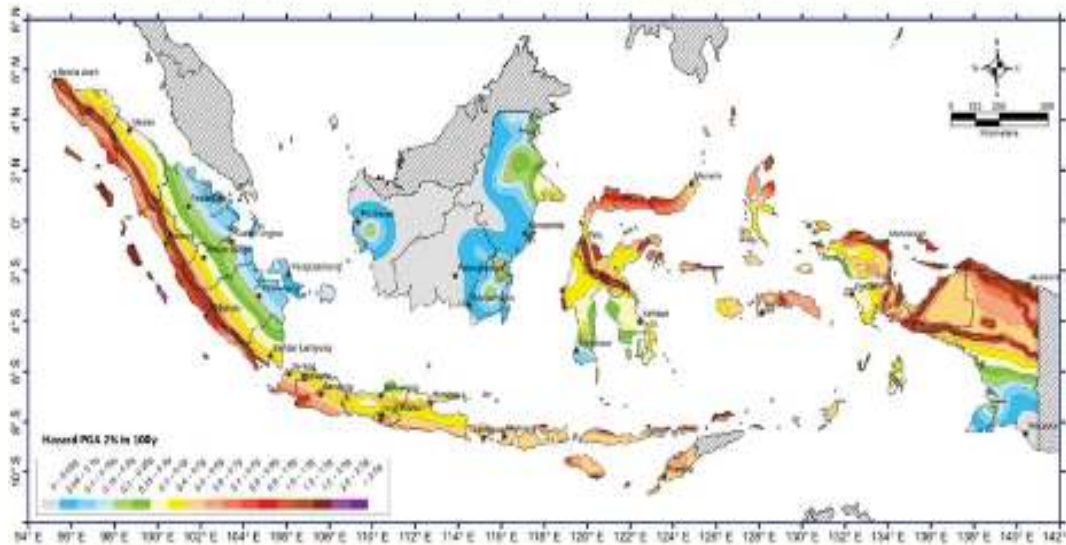
atau untuk penonton berdiri	
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam c	300
Tangga, bordes tangga dan gang yang disebut dalam d,e,g	500
Lantai untuk pabrik, bengkel, gudang, perpustakaan, ruang arsip, toko buku, toko besi, ruang alat-alat dan ruang mesin, harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri	400
Lantai gedung parkir bertingkat	
- untuk lantai bawah	800
- untuk lantai tingkat lainnya	400
Balkon-balkon yang menjorok bebas keluar harus direncanakan terhadap beban hidup dari lantai ruang yang berbatasan, dengan minimum	300

(Sumber : PPPURG 1987)

2.5.3 Beban Gempa (*Earthquake*)

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

Peta percepatan puncak di batuan dasar (S_d) untuk probabilitas terlampaui 2% dalam 100 tahun



(Gambar 2.7 Zona gempa pada wilayah sumatera)

(Sumber : Peta sumber dan bahaya gempa 2017)

2.5.3.1 Waktu Getar Alami

Untuk mencegah penggunaan struktur gedung yang terlalu fleksibel, nilai waktu getar alami fundamental dari struktur gedung harus dibatasi yang bergantung pada koefisien (ζ) untuk wilayah gempa tempat struktur gedung berada dan jumlah tingkatnya (n) menurut persamaan:

$$T = 0,06 \times (H)^{3/4}$$

Dimana:

H = Jumlah tingkat gedung

2.5.3.2 Faktor Respon Gempa

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

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

Dimana :

C = Faktor Respon Gempa

Ψ = Koefisien ψ untuk menghitung faktor respons gempa vertikal C

A_0 = nilai dari Percepatan Puncak Muka Tanah

I = Faktor Keutamaan gedung

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

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

Tabel 2.8. Koefisien (ψ)

Wilayah Gempa	Koefisien (ψ)
1	0,5
2	0,5
3	0,5
4	0,6
5	0,7
6	0,8

(Sumber : SNI 1726-2012)

Tabel 2.9. Percepatan Puncak Muka Tanah (A_0)

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

(Sumber : SNI 1726-2012)

2.5.3.3 Faktor Keutamaan Gedung

Tingkat kepentingan suatu struktur terhadap bahaya gempa dapat berbeda-beda tergantung pada fungsinya. Faktor keutamaan (I) dipakai untuk memperbesar beban gempa rencana

agar struktur mampu memikul beban gempa dengan periode ulang yang lebih panjang atau dengan kata lain dengan tingkat kerusakan yang lebih kecil. Faktor untuk berbagai jenis gedung harus di ambil berdasarkan tabel berikut:

Tabel 2.10. Faktor Keutamaan Gedung (I)

Kategori Gedung	Faktor Keutamaan		
	I ₁	I ₂	I ₃
Gedung umum seperti untuk penghunian, perniagaan dan perkantoran	1,0	1,0	1,0
Monumen dan bangunan monumental	1,0	1,6	1,6
Bangunan penting pasca gempa seperti rumah sakit, instalasi air bersih, pembangkit tenaga listrik, pusat penyelamatan dalam keadaan darurat, fasilitas radio dan televise	1,4	1,0	1,4
Gedung untuk menyimpan bahan berbahaya seperti gas, produk minyak	1,6	1,0	1,6

bumi, asam, bahan beracun			
Cerobong tangki diatas menara	1,5	1,0	1,5

(Sumber : SNI 1726-2012)

2.5.3.4 Faktor Reduksi

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

Tabel 2.11. Faktor Reduksi Beban Hidup Untuk Peninjauan Gempa

Penggunaan Gedung	Koefisien	
	Perencanaan Portal	Peninjauan Gempa
Perumahan/Penghunian: - Rumah tempat tinggal - Asrama - Hotel - Rumah Sakit	0,75	0,3
Pendidikan: - Sekolah - Ruang Kuliah	0,90	0,5
Pendidikan: - Kantor - Bank	0,60	0,30

Perdagangan: - Toko - Toserba - Pasar	0,80	0,80
Penyimpanan: - Gudang - Perpustakaan - Ruang Arsip	0,80	0,80
Industri: - Pabrik - Bengkel	1,00	0,90
Tempat Kendaraan: - Garasi - Gedung Parkir	0,90	0,50
Gang dan Tangga: - Perumahan / Penghunian - Pendidikan, Kantor - Pertemuan umum Perdagangan	0,75 0,75	0,30 0,30
Penyimpanan	0,90	0,50
Industri		
Tempat kendaraan		

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

2.6 Kombinasi Pembebanan

Struktur dapat dijamin keamanannya dengan cara memberikan kapasitas kekuatan atau kuat rencana yang lebih besar dari kuat perlu.

Kekuatan suatu komponen struktur yang diperlukan untuk muatan beban terfaktor dengan berbagai kombinasi pembebanan efek beban disebut dengan kuat perlu. (Wahyudi dan Rahim, 1999)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Dimana :

L_r = beban hidup yang telah direduksi atau

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

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

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

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

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

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

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

Dengan nilai U harus lebih besar dari,

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

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



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Jl. Tan malaka kota payakumbuh, Sumatera Barat. Penulis memilih lokasi ini dengan pertimbangan kemudahan dalam menjangkau informasi, pengumpulan data, dan efisiensi anggaran.



Gambar 3.1 Peta Lokasi

Sumber : google earth

3.2 Data Penelitian

3.2.1 Jenis Dan Sumber Data

Jenis data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah :

1. Data Primer

Untuk merencanakan pembangunan gedung ini maka dilakukan penelitian dengan cara menganalisis data yang diperoleh lewat pengamatan langsung ke objek yang berkaitan dengan penelitian.

2. Data Sekunder

Data ini berbentuk naskah tertulis yang diperoleh melalui penelusuran dokumen yang relevan dengan masalah sehingga dapat mendukung penelitian ini

3.2.2 Teknik Pengumpulan Data

1. Teknik Observasi

Teknik ini digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara mengamati secara langsung objek dan kondisi yang ada di lokasi penelitian sesuai dengan permasalahan-permasalahan penelitian.

2. Studi Dokumen.

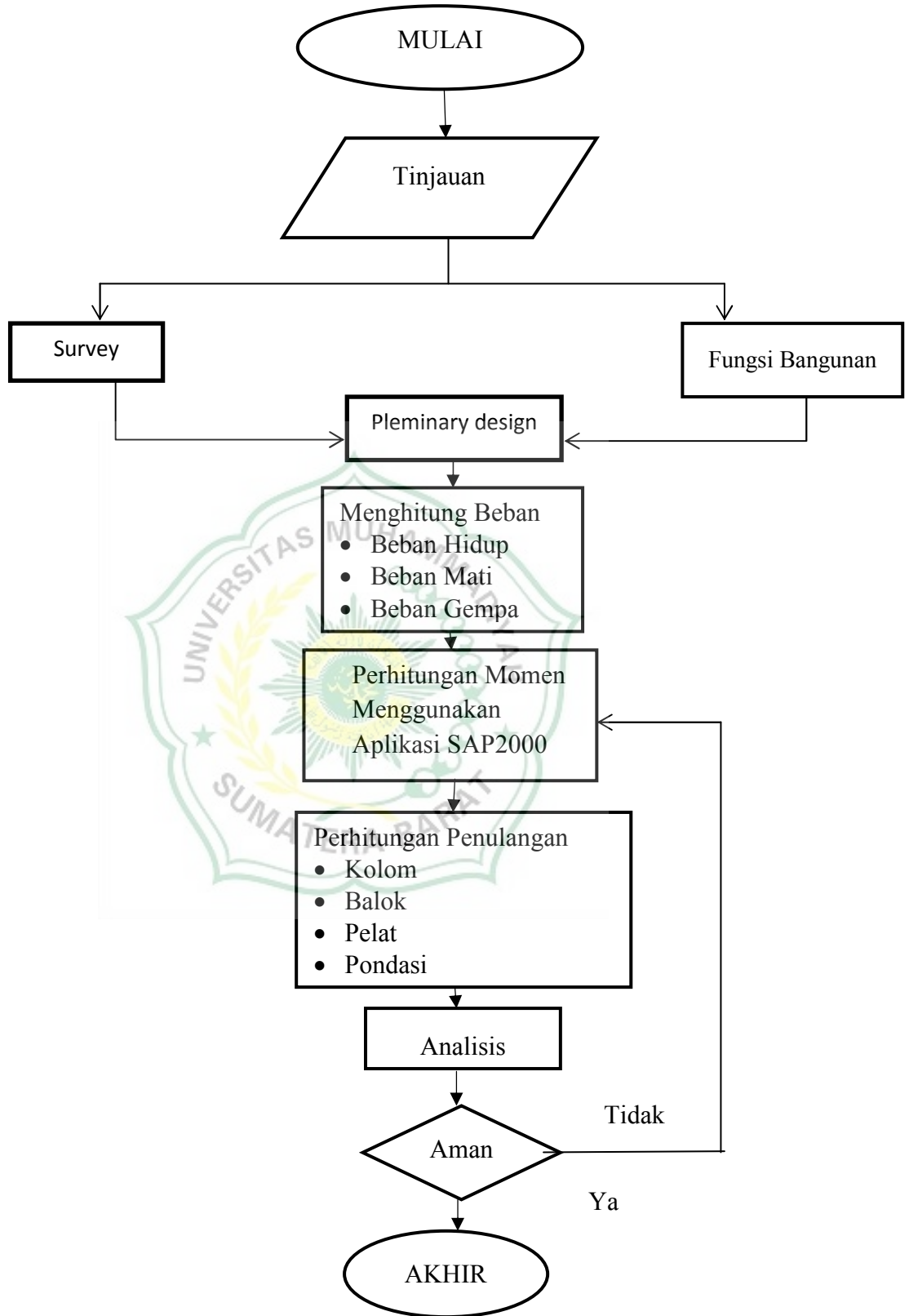
Teknik ini digunakan untuk memperoleh data kuantitatif secara langsung dari sumbernya, sehingga diperoleh informasi seluas-luasnya.

3.3 Metode Analisis Data

Metode yang penulis gunakan untuk penelitian ini adalah kuantitatif untuk memperoleh data yang diperlukan serta kualitatif untuk mendapatkan informasi yang lebih luas tentang penelitian ini. Setelah data sudah lengkap barulah penulis mulai merencanakan Gedung SMP Muhammadiyah Kota Payakumbuh dengan langkah-langkah sebagai berikut.

1. Menghitung preliminary design beton
2. Menganalisis beban
3. Menghitung momen dengan bantuan aplikasi SAP 2000
4. Mendesain tulangan pada struktur
5. Menganalisa data kuat tanah
6. Menentukan jenis pondasi yang akan digunakan
7. Menghitung beban
8. Cek kekuatan tanah terhadap pondasi

3.4 Bagan Alir Penelitian



Gambar 3.2 Bagan Alir Penelitian

BAB IV

ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1. Preliminary Desain Penampang

4.1.1. Balok

1. Balok induk 35/25

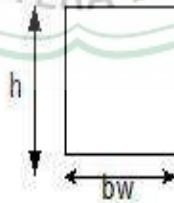
Data – data:

Tabel 4.1 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	5000	mm
		L2	4000	mm
		L3	3000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	5000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	3000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
3	Mutu Beton	K	24,9	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	400	Mpa

(Sumber: Data Prelim Balok)

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



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, halaman 180 untuk balok dengan perlekatan sederhana, tebal balok (h) adalah:

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	$l/8$

⁽¹⁾ 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.

Tabel 4.2 tabel minimum h

(Sumber: SNI (2847:2019))

* Balok induk :

$$h > L_{pj} / 12$$

$$h > 5000 / 12$$

$$h > 312,5 \text{ mm}$$

Nilai ini berlaku untuk $f_y = 400 \text{ Mpa}$
untuk f_y selain 420 Mpa, maka :

$$h > L_{pj}/12 (0.4+f_y/700)$$

$$h > 5000/12 (0.4+290/700)$$

$$h > 312,5 \text{ mm}$$

maka diambil nilai $h = 350 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok (bw)

* Balok induk :

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

dimana, $1/2 h = 175 \text{ mm}$

$$2/3 h = 233,333 \text{ mm}$$

$$200 < bw < 266,666$$

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.

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

$$L_n \geq 4d$$

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

$$5000 - 250 \geq 4 \times (700 - 40)$$

$$4750 \geq 1440 \quad \text{.....ok !!}$$

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

- a. $b_w / h \geq 0,3$

$$250 \text{ mm} \geq 0,3 \quad \text{.....ok !!}$$

- b. $b_w \geq 250 \text{ mm}$

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

4. Lebar komponen struktur b_w , tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu, c_2 , ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari a dan b :

- a. Lebar komponen struktur penumpu c_2 , dan

- b. 0.75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu, c_1

$$b_w \leq 2.c_2$$

$$250 \leq 800 \quad \text{.....ok !!}$$

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

$$250 \leq 700 \quad \text{.....ok !!}$$

Maka dimensi balok yang digunakan dalam permodelan adalah:

Balok induk : (350 mm x 250 mm)

2. Balok Anak 30/20

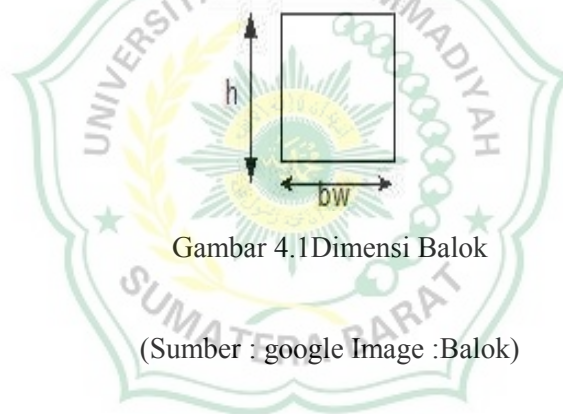
Data – data:

Tabel 4.2 Data Prelim Balok

No.	Input Data	Simbol	Panjang	Satuan
1	Panjang Balok	L1	5000	mm
		L2	4000	mm
		L3	3000	mm
	Balok Terpanjang	Lpj	5000	mm
	Balok Terpendek	Lpd	3000	mm
2	Tinggi Kolom	H1	4000	mm
3	Mutu Beton	K	24,9	Mpa
4	Mutu Baja	Fy	400	Mpa

(Sumber: Data Prelim Balok)

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



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, halaman 180 untuk balok dengan perekatan sederhana, tebal balok (h) adalah:

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	$l/8$

⁽¹⁾ 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.

Tabel 4.2 tabel minimum h

(Sumber: SNI (2847:2019))

* Balok induk :

$$h > L_{pj} / 12$$

$$h > 5000 / 12$$

$$h > 312,5 \text{ mm} \quad \text{Nilai ini berlaku untuk } f_y = 400 \text{ Mpa}$$

untuk f_y selain 420 Mpa, maka :

$$h > L_{pj}/12 (0.4+f_y/700)$$

$$h > 5000/12 (0.4+290/700)$$

$$h > 312,5 \text{ mm}$$

maka diambil nilai $h = 300 \text{ mm}$

b. Lebar Badan Balok (b_w)

* Balok induk :

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

dimana, $1/2 h = 150 \text{ mm}$

$$2/3 h = 200 \text{ mm}$$

$$150 < b_w < 200$$

maka, $b_w = 200 \text{ mm}$

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

Gaya tekan aksial terfaktor pada komponen struktur Pu, tidak boleh melebihi $A_g \cdot F_c' / 10$

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

$$\begin{aligned} L_n &\geq 4d \\ L_{pj} - b_w &\geq 4 \times (h - 40) \\ 5000 - 250 &\geq 4 \times (700 - 40) \\ 4750 &\geq 1440 \quad \dots\dots\dots \text{ok !!} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{a. } b_w / h &\geq 0,3 \\ 200 \text{ mm} &\geq 0,3 \quad \dots\dots\dots \text{ok !!} \\ \text{b. } b_w &\geq 200 \text{ mm} \\ 200 \text{ mm} &\geq 200 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{ok !!} \end{aligned}$$

Lebar komponen struktur b_w , tidak boleh melebihi lebar komponen struktur penumpu, c_2 , ditambah suatu jarak pada masing-masing sisi komponen struktur penumpu yang sama dengan yang lebih kecil dari a dan b :

- a. Lebar komponen struktur penumpu c_2 , dan
- b. 0.75 kali dimensi keseluruhan komponen struktur penumpu , c_1

$$\begin{aligned} b_w &\leq 2 \cdot c_2 \\ 250 &\leq 800 \quad \dots\dots\dots \text{ok !!} \\ b_w &\leq c_2 + 3/4 c_1 \\ 250 &\leq 700 \quad \dots\dots\dots \text{ok !!} \end{aligned}$$

Maka dimensi balok yang digunakan dalam permodelan adalah:
Balok induk : (350 mm x 250 mm)

4.1.2. Kolom

1. Kolom Lantai 2

Keterangan :

Tebal pelat	=	0,1	m
Luas Pelat	=	36,00	m
Dimensi balok	=	0,35	m
	=	0,25	m
Panjang Balok	=	13,00	m
Dimensi kolom	=	0,35	m
	=	0,35	m
Tinggi Kolom	=	4,00	m

Tabel 4.3 Tabel Prelim Kolom Lantai 2

NO	Uraian	Volume	Luas	Tinggi	Volume	Luas	Tinggi	Volume	Luas	Tinggi
1	Balok	13,00	0,35	0,25	1,0225	0,35	0,25	1,0225	0,35	0,25
2	Pelat	36,00	0,1	3,6	36,00	0,1	3,6	36,00	0,1	3,6
3	Kolom	4,00	0,35	0,35	0,5075	0,35	0,35	0,5075	0,35	0,35
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

(Sumber: Prelim Kolom Lantai 2)

Maka diperoleh :

Tabel 4.4 Tabel Kontrol Kolom Lantai 2

Gaya Berat (V)		63820,64	kg
Luas Rencana Kolom (A)		122500	mm ²
fc'	K	250,000	kg/cm ²
	K	2,500	kg/mm ²
	S	2,075	kg/mm ²

(Sumber: Prelim Kolom Lantai 1)

$$\text{Gaya Berat/Luas} \quad V/A \leq fc'$$

$$0,521 \leq 0,6225 \text{ OKE !!}$$

2. Kolom Lantai 1

Keterangan :

Tebal pelat = 0,12 m

Luas Pelat = 36,00 m

Dimensi balok = 0,35 m
= 0,25 m

Panjang Balok = 13,00 m

Dimensi kolom = 0,40 m
= 0,40 m

Tinggi Kolom = 4,00 m

Tabel 4.5 Tabel Prelim Kolom Lantai 1

Jenis Bahan	Tebal (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Panjang (cm)	Tebal (cm)	Balok			Tebal (cm)	Terdapat Jumlah Bahan	
						(kg/m ³)	(kg/m ³)	(kg/m ³)			
MATERIAL											
a. Pelat	0,12				16,00	2400				10168,00	
b. Balok	0,25	0,35	13	13	2400					2793,00	
c. Balok	0,25	0,25	8	8	2400					1152,00	
d. Balok	0,25	0,35	13,00	13,00	2400					1170,00	
e. Beton					2400					191,00	
f. Dinding					2400					1080,00	
g. Pelat					2400					770,00	
h. Dinding					2400					28,00	
										31889,00	
MATERIAL											
a. Pelat					16,00	2400				1440,00	
b. Balok					2400					1080,00	
c. Pelat					16,00	2400				770,00	
										3290,00	
									TOTAL	35179,00	45201,44
									TOTAL KOLOM BERTUKANG	0,18	0,18

(Sumber: Prelim Kolom Lantai 1)

Maka diperoleh :

Tabel 4.6 Tabel Kontrol Kolom Lantai 1

Gaya Berat (V)		107022,08	kg
Luas Rencana Kolom (A)		160000	mm ²
fc'	K	300,000	kg/cm ²
	K	3,000	kg/mm ²
	S	2,490	kg/mm ²

(Sumber: Prelim Kolom Lantai 1)

$$\text{Gaya Berat/Luas} \quad V/A \leq fc'$$

$$0,6689 \leq 0,747 \quad \text{OKE !!}$$

Dari hasil perhitungan di atas maka diperoleh ukuran kolom :

1. Kolom lantai 1 40cm x 40cm
2. Kolom lantai 2 35cm x 35cm

4.1.3. Pelat Lantai

Pelat direncanakan monolit dengan asumsi balok sebagai balok tunggal dengan memanfaatkan bentuk T, untuk menambahkan luas tekan yang dianalisis, berdasarkan SNI 2847:2013 (BETON) ayat 8.12 butir 1 halaman 63, dengan demikian tebal flens balok pelat = tebal pelat.

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

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

Panjang Balok :

$$L1 = 5000 \text{ mm}$$

$$L2 = 4000 \text{ mm}$$

$$L_{pj} = 5000 \text{ mm}$$

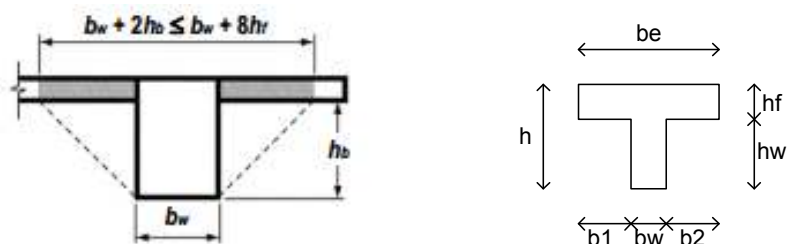
$$L_{pd} = 4000 \text{ mm}$$

$$h_f = 120 \text{ mm}$$

$$f_y = 24,9 \text{ Mpa}$$

1. Perencanaan Dimensi Pelat Balok

- a. Untuk balok yang berada di tengah konstruksi



Gambar 4.3 Dimensi Pelat
(Sumber : *google Image Pelat*)

Berdasarkan SNI 2847:2019 (BETON) ayat 9.2.4.4 hal 179 butir

(a) :

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 $b_1 = b_2 = 4h_f$

$$\begin{aligned} * \quad h_w &= h - h_f \\ &= 300 - 120 \\ &= 180 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \quad b_1 &= h_w \\ b_1 &= 180 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \quad b_2 &= b_1 \\ b_2 &= 180 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \quad b_e &= b_w + b_1 + b_2 \\ b_e &= 350 + 180 + 180 \\ b_e &= 710 \text{ mm} \end{aligned}$$

Cek :

* Panjang bentang bersih balok adalah :

$$\begin{aligned} L_n &= L_{\text{balok}} - b_w \\ L_n &= 5000 - 350 \\ L_n &= 4650 \text{ mm} \\ L_n &= 4,65 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan SNI 2847:2019 butir 6.3.2.1 halaman 97 :

$$\begin{aligned} * \quad b_e &< 1/4 L_{pj} \quad ; \quad 1/4 L_{pj} = 625 \text{ mm} \\ 710 &< 625 \text{ mm} \quad \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \quad b_1, b_2 &< 8h_f \quad ; \quad 8h_f = 960 \text{ mm} \\ 180 &< 960 \text{ mm} \quad \text{OK !!} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} * \quad b_1, b_2 &< 1/2 L_n \quad ; \quad 1/2 L_n = 2325 \text{ mm} \\ 180 &< 2325 \text{ mm} \quad \text{OK !!} \end{aligned}$$

b. Untuk balok yang berada di tepi konstruksi



Gambar 4.4 Pelat Tepi Konstruksi

(Sumber : google Image Plat)

Berdasarkan SNI 2847 2019 butir 6.3.2.1 halaman 97 :

$$\begin{aligned} be1 &= bw + b1 \\ be1 &= 250 + 280 \\ be1 &= 530 \text{ mm} \\ hw &= h - hf \\ hw &= 300 - 120 \\ hw &= 180 \text{ mm} \end{aligned}$$

Cek :

Berdasarkan SNI 2847 2019 butir 6.3.2.1 halaman 97 :

$$\begin{aligned} hw &< \frac{1}{12} L_{pj} \quad ; \quad \frac{1}{12} L_{pj} = 416,67 \text{ mm} \\ 280 &< 416,67 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!} \\ hw &< 6 hf \quad ; \quad 6 hf = 720 \text{ mm} \\ 280 &< 720 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!} \\ hw &< \frac{1}{2} L_n \quad ; \quad \frac{1}{2} L_n = 2325 \text{ mm} \\ 280 &< 2325 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

2. Cek Tebal Pelat Pembebanan

Berdasarkan SNI 2847:2019 (BETON) untuk pelat dengan balok yang membentang di antara tumpuan pada semua sisinya, tebal minimumnya, hf, harus memenuhi ketentuan sebagai berikut:

$$hf = \frac{ln \cdot (0.8 + (fy: 1400))}{36 + 5 \cdot \beta \cdot (cm - 0.2)}$$

Jika, α m < 2, maka ; $hf \geq 125$ mm

$$hf = \frac{ln \cdot (0.8 + (fy: 1400))}{36 + 9 \cdot \beta}$$

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

Keterangan :

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

H_f = panjang bentang terpanjang dikurang dengan lebar balok

β = perbandingan antara bentang bersih dari sisi terpanjang dengan bentang bersih terpendek

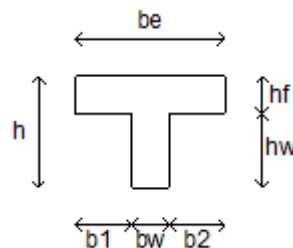
αm = nilai rata-rata dari kekakuan balok

α = l_{bp}/l_p ;
dimana: l_{bp} = inersia balok
 l_p = inersia pelat

a. Menentukan momen inersia balok pelat (l_{bp})

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

- * $be = 0,71$ m
- $be = 710$ mm
- * $hf = 0,12$ m
- $hf = 120$ mm
- * $hw = 0,18$ m
- $hw = 180$ mm



Gambar 4.5 Pelat Lantai

(Sumber : google Image Plat Lantai)

$$A1 = hw \times bw$$

$$A1 = 180 \times 350$$

$$A1 = 63000 \text{ mm}^2$$

$$A2 = hf \times be$$

$$A2 = 710 \times 120$$

$$A2 = 85200 \text{ mm}^2$$

Titik Berat

$$A1 \cdot \frac{1}{2} \cdot hw = 5670000 \quad \dots\dots a$$

$$A2(hf/2 + hw) = 20448000 \quad \dots\dots b$$

$$A1 + A2 = 148200 \quad \dots\dots c$$

Jadi,

$$y = (a+b)/c$$

$$= 176,2348 \text{ mm}$$

$$= 0,17623 \text{ m}$$

$$Ix1 = (1/12 \cdot bw \cdot hw^3)$$

$$= 945000 \text{ mm}^4$$

$$y1 = 1/2 \cdot hw$$

$$= 90 \text{ mm}$$

$$Ix2 = (1/12 \cdot be \cdot hf^3)$$

$$= 102240000 \text{ mm}^4$$

$$y2 = (1/2 \cdot hf) + hw$$

$$= 240 \text{ mm}$$

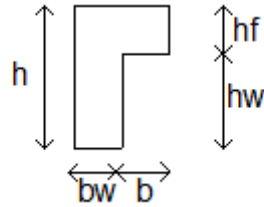
$$I_{bp1} = Ix1 + (A1 \cdot (y-y1)^2) + Ix2 + (A2 \cdot (y2-y)^2)$$

$$= 918104028,3 \text{ mm}^4$$

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

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$be1 = 530 \text{ mm}$$



$$\begin{aligned} A1 &= hw \cdot bw \\ &= 63000 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A2 &= hf \cdot be1 \\ &= 63600 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Titik Berat

$$A1 \cdot \frac{1}{2} \cdot hw = 5670000 \dots\dots a$$

$$A2 \cdot (hf/2 + hw) = 15264000 \dots\dots b$$

$$A1 + A2 = 126600 \dots\dots c$$

Jadi,

$$\begin{aligned} y &= (a+b)/c \\ &= 253,2096 \text{ mm} \\ &= 0,23521 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ix1 &= (1/12 \cdot bw \cdot hw^3) \\ &= 457333333,3 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y1 &= 1/2 \cdot hw \\ &= 140 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ix2 &= (1/12 \cdot be1 \cdot hf^3) \\ &= 76320000 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} y2 &= (1/2 \cdot hf) + hw \\ &= 340 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} Ibp2 &= Ix1 + (A1 \cdot (y-y1)^2) + Ix2 + (A2 \cdot (y2-y)^2) \\ &= 789374004,7 \text{ mm}^4 \end{aligned}$$

b. Menentukan inersia pelat

Untuk balok yang berada di tepi konstruksi

$$I_{p1} = 1/12(b_w/2 + L_1/2) \cdot h_f^3$$

$$= 385200000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_1 = I_{bp2} / I_{p1}$$

$$= 2,04925754$$

$$I_{p2} = 1/12(b_w/2 + L_2/2) \cdot h_f^3$$

$$= 313200000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_2 = I_{bp2} / I_{p2}$$

$$= 2,52035123$$

Untuk balok yang berada di tengah konstruksi

$$I_{p3} = 1/12(L_1/2 + L_1/2) \cdot h_f^3$$

$$= 720000000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_3 = I_{bp1} / I_{p3}$$

$$= 1,27514448$$

$$I_{p4} = 1/12(L_2/2 + L_2/2) \cdot h_f^3$$

$$= 576000000 \text{ mm}^4$$

$$\alpha_4 = I_{bp1} / I_{p4}$$

$$= 1,5939306$$

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

$$= 1,85967096$$

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

$$= 1,2739726$$

Untuk α lebih besar dari 2.0, ketebalan pelat minimum harus memenuhi :

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

dan tidak boleh kurang dari 90 mm

$$113,9675 \text{ mm} < h_f = 120 \text{ mm} \quad \dots\dots \text{OK}$$

maka tebal pelat yang digunakan dalam permodelan adalah, $h_f = 120 \text{ mm}$

4.2. Pembebanan

4.2.1. Beban Mati

1. Beban pada lantai

Atap		tebal	qu (Kg/m ²)
BV genteng metal	=	2,5Kg/m ² /cm x 1	= 2,5
BV Plafon	=	20Kg/m ² /cm x 1	= 20
BV MEP	=	25Kg/m ² x 1	= 25 +
			47,5 kg/m ²

2. Lantai dak beton

		tebal	qu (Kg/m ²)
BV Spesi	=	21Kg/m ² /cm x 2	= 42
BV Plafon	=	20Kg/m ² /cm x 1	= 20
BV MEP	=	25Kg/m ² x 1	= 25 +
			87 kg/m ²

3. Lantai dinding di atas pelat 2

		tebal	qu (Kg/m ²)
BV Spesi	=	21Kg/m ² /cm x 2	= 42
BV Plafon	=	20Kg/m ² /cm x 1	= 20
BV keramik	=	24 Kg/m ² /cm x 1	= 24
BV pas ½ bata (dinding)	=	250 Kg/m ² /cm x 1	= 24
BV MEP	=	25Kg/m ² x 1	= 25 +
			361 kg/m ²

4. Lantai 2

		tebal	qu (Kg/m ²)
BV Spesi	=	21Kg/m ² /cm x 2	= 42
BV Plafon	=	20Kg/m ² /cm x 1	= 20
BV keramik	=	24 Kg/m ² /cm x 1	= 24
BV MEP	=	25Kg/m ² x 1	= 25 +
			111 kg/m ²

5. Lantai dasar

		tebal	qu (Kg/m ²)
BV Spesi	=	21Kg/m ² /cm x 2	= 42
BV MEP	=	24Kg/m ² x 1	= 24 +
			66 kg/m ²

6. Balok 35 x25

Tinggi gedung (H)	=	4	m
Tinggi dinding(T)	=	3,65	m
BV dinding	=	250	kg/m ²
		<hr/>	
		912,5	kg/m ²

7. Balok 30 x20

Tinggi gedung (H)	=	4	m
Tinggi dinding(T)	=	3,7	m
BV dinding	=	250	kg/m ²
		<hr/>	
			2

4.2.2. Beban Hidup

Lantai 2

Berat beban hidup berdasarkan PPIUG 1983

Lantai yang harus direncanakan terhadap beban hidup yang ditentukan sendiri

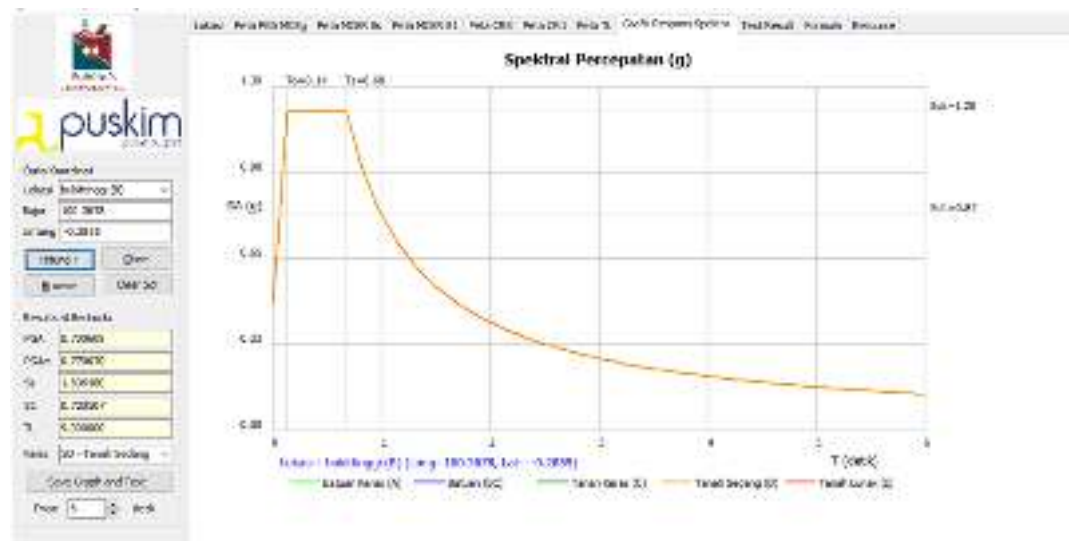
4.2.3. Beban Gempa

Beban Gempa Respon Spektrum :

Lokasi Gempa payakumbuh, Tanah Sedang

Lokasi: (Lat: -0.2855 , Long: 100.3675)

Tabel 4.9 Grafik Respon Spektrum Untuk Kota payakumbuh



(Sumber : Desain Spektra Pekerjaan Umum)

Data yang di dapat ini digunakan / diinputkan dalam aplikasi SAP2000 sebagai beban gempa respon spektra.

PGA	= 0.700609g	TL	= 9.000000detik
		Fa	= 1.000000
		Fv	= 1.700000
PGAm	= 0.770670g	Sms	= 1.806480g
		Sml	= 1.224862 g
CRs	= 0.000000	Sds	= 1.204320g
CR1	= 0.000000	Sd1	= 0.816574g
Ss	= 1.806480g	T0	= 0.135608detik
S1	= 0.720507g	Ts	=0.678038

Time (sec)	Value (g)	Time (sec)	Value (g)
		0.400	1.2043
		0.450	1.2043
		0.500	1.2043
		0.550	1.2043
0.000	0.4817	0.600	1.2043
0.050	0.7482	0.650	1.2043
0.100	1.0146	0.678	1.2043
0.136	1.2043	0.700	1.1665
0.150	1.2043	0.750	1.0888
0.200	1.2043	0.800	1.0207
0.250	1.2043		
0.300	1.2043		
0.350	1.2043		

0.850	0.9607	1.850	0.4414
0.900	0.9073	1.900	0.4298
0.950	0.8596	1.950	0.4188
1.000	0.8166	2.000	0.4083
1.050	0.7777	2.050	0.3983
1.100	0.7423	2.100	0.3888
1.150	0.7101	2.150	0.3798
1.200	0.6805	2.200	0.3712
1.250	0.6533	2.250	0.3629
1.300	0.6281	2.300	0.3550
1.350	0.6049	2.350	0.3475
1.400	0.5833	2.400	0.3402
1.450	0.5632	2.450	0.3333
1.500	0.5444	2.500	0.3266
1.550	0.5268	2.550	0.3202
1.600	0.5104	2.600	0.3141
1.650	0.4949	2.650	0.3081
1.700	0.4803	2.700	0.3024
1.750	0.4666	2.750	0.2969
Time (sec)	Value (g)	2.800	0.2916
-----		2.850	0.2865
1.800	0.4537	2.900	0.2816

2.950	0.2768	3.950	0.2067
3.000	0.2722	4.000	0.2041
3.050	0.2677	4.050	0.2016
3.100	0.2634	4.100	0.1992
3.150	0.2592	4.150	0.1968
3.200	0.2552	4.200	0.1944
Time (sec)	Value (g)	4.250	0.1921

3.250	0.2513	4.300	0.1899
3.300	0.2474	4.350	0.1877
3.350	0.2438	4.400	0.1856
3.400	0.2402	4.450	0.1835
3.450	0.2367	4.500	0.1815
3.500	0.2333	4.550	0.1795
3.550	0.2300	4.600	0.1775
		4.650	0.1756

3.600	0.2268	Time (sec)	Value (g)
3.650	0.2237		
3.700	0.2207	4.700	0.1737
3.750	0.2178	4.750	0.1719
3.800	0.2149	4.800	0.1701
3.850	0.2121	4.850	0.1684
3.900	0.2094	4.900	0.1666

4.950 0.1650

5.000 0.1633

5.050 0.1617

5.100 0.1601

5.150 0.1586

5.200 0.1570

5.250 0.1555

Time (sec) Value (g)

5.300 0.1541

5.350 0.1526

5.400 0.1512

5.450 0.1498

5.500 0.1485

5.550 0.1471

5.600 0.1458

5.650 0.1445

5.700 0.1433

5.750 0.1420

5.800 0.1408

5.850 0.1396

5.900 0.1384

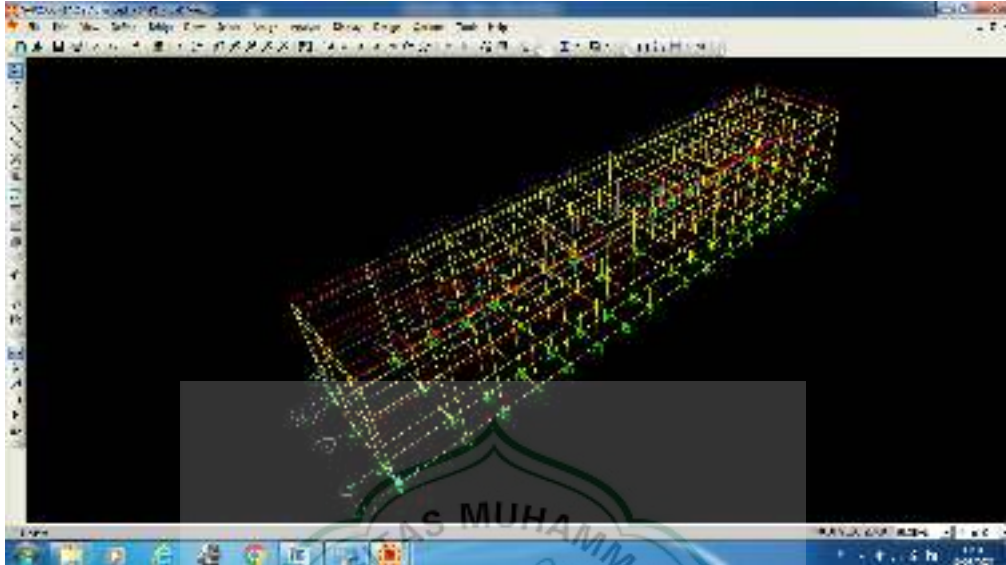
5.950 0.1372

6.000 0.1361

(Sumber : Desain Spektra Pekerjaan Umum)

4.3. Perhitungan Momen Menggunakan Aplikasi SAP2000

4.3.1. Menggambar Grid Bangunan



Gambar 4.6 Grid Gedung SAP2000

(Sumber : Aplikasi SAP2000)

4.3.2. Mendefinisikan Penampang dan Beban

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

Kolom :

Kolom 1 = 40cm x 40cm

Kolom 2 = 35cm x 35cm

Balok :

Balok induk = 35cm x 25cm

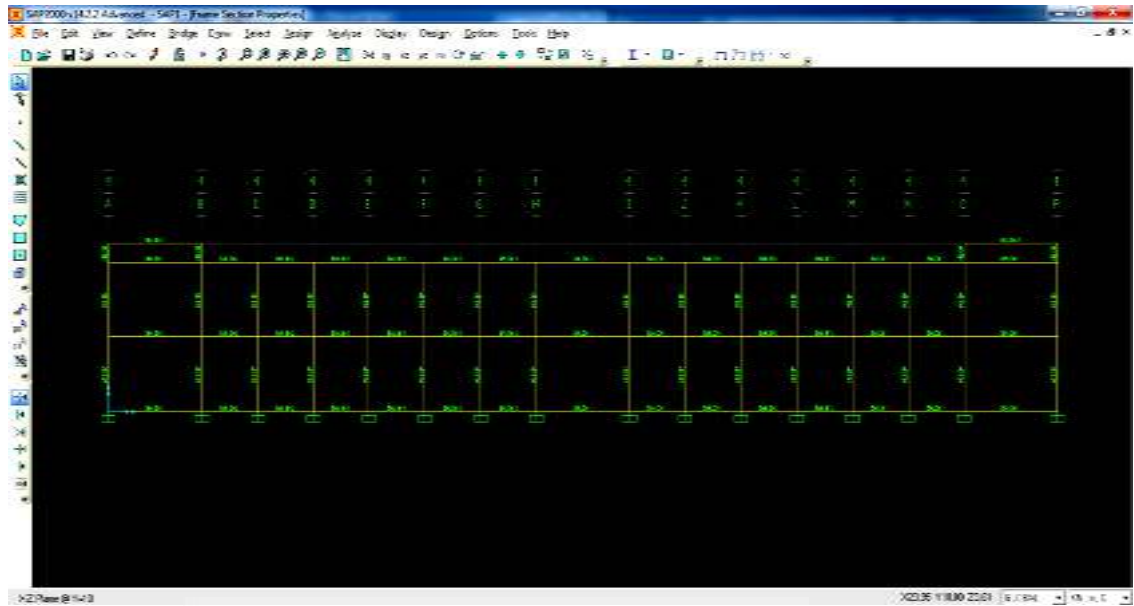
Pelat lantai:

Pelat lantai = 12cm

Dan untuk material yang diinputkan :

Beton ($f'c$) = 24,9 Mpa

Baja (f_y) = 290 Mpa

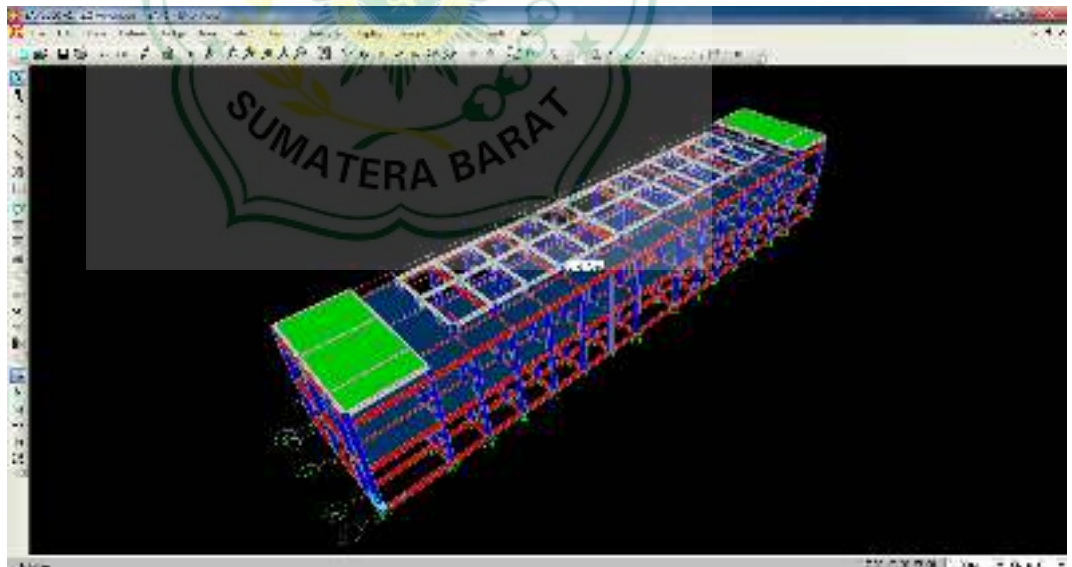


Gambar 4.7 Input Penampang
(Sumber : Aplikasi SAP2000)

4.3.3. Input Beban Hidup, Mati Gempa

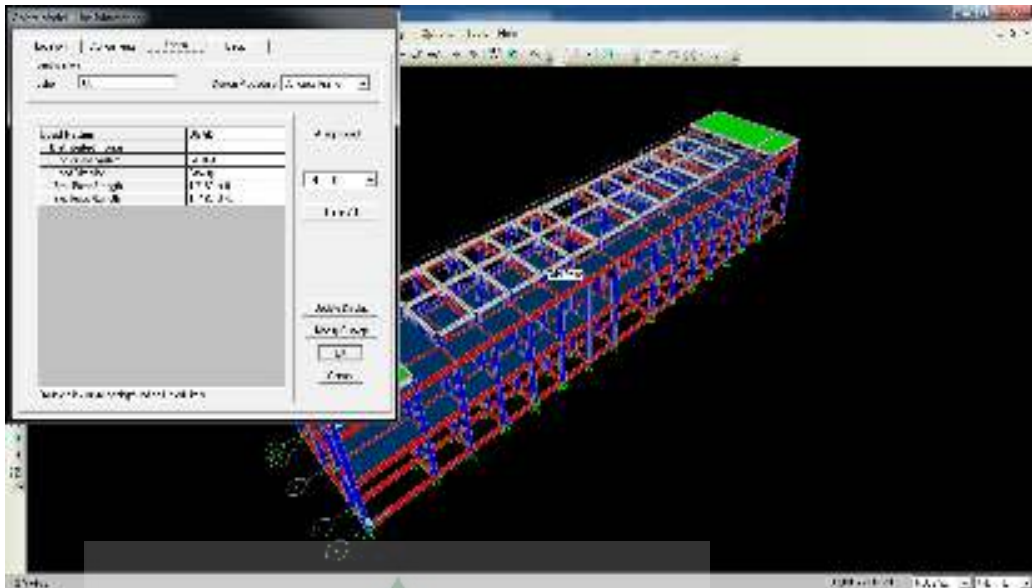
Beban – beban yang diinputkan sesuai dengan perhitungan pembebanan pada poin 4.2.

1. Beban pada Pelat Lantai



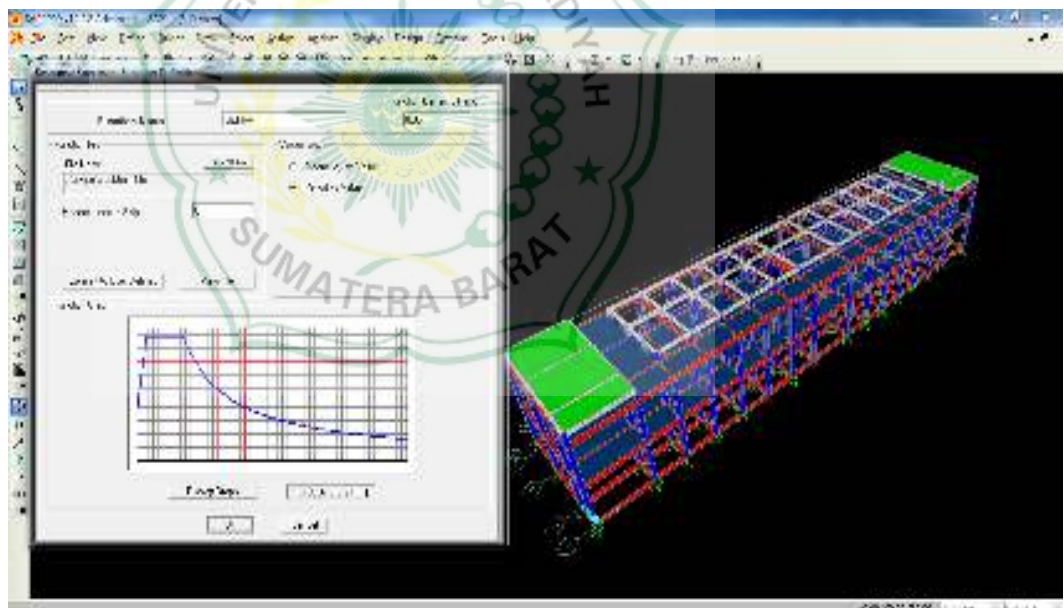
Gambar 4.8 Beban pada Pelat Lantai
(Sumber : Aplikasi SAP2000)

2. Beban Pada Balok



Gambar 4.9 Beban Pada Balok
(Sumber : Aplikasi SAP2000)

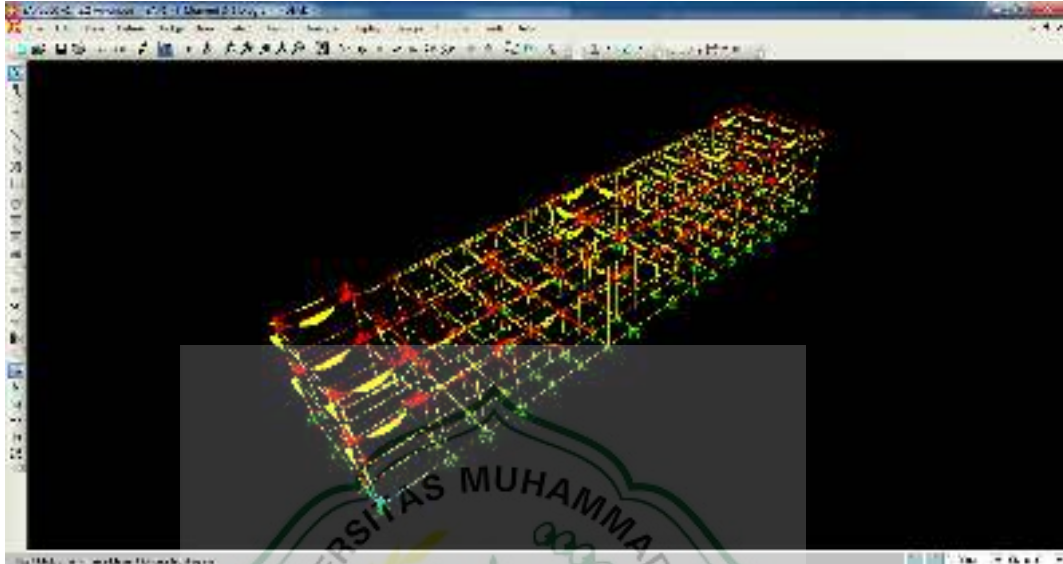
3. Beban Gempa



Gambar 4.10 Beban Gempa
(Sumber : Aplikasi SAP2000)

4.3.4. Hasil Running SAP2000

Dari hasil Running aplikasi SAP2000 didapatkan momen – momen yang nantinya digunakan pada perhitungan penulangan balok, kolom dan plat lantai.



Gambar 4.11 Hasil Running SAP2000

(Sumber : Aplikasi SAP2000)

Rekap momen dari hasil perhitungan menggunakan aplikasi SAP2000 :

Balok Induk Bentang 5m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	10,683	39,238	0,023	0,114	0,057	17,599

Min	-3,229	-39,217	-0,022	-0,111	-0,058	-37,228
-----	--------	---------	--------	--------	--------	---------

Balok Induk bentang 4m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	0,603	31,272	0,002	0,266	0,007	9,709
Min	0,297	-27,732	-0,001	-0,228	-0,003	-23,33

Balok Anak bentang 3m

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	27,666	6,082	6,082	6,082	6,082	6,082
Min	-26,983	-22,356	-22,356	-22,356	-22,356	-22,356

Kolom 1

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-69,791	5,739	3,050	0,151	11,724	19,512
Min	-174,078	-10,262	-6,368	-0,143	-13,759	-25,455

Kolom 2

	P	V2	V3	T	M2	M3
	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
Max	-323,742	9,154	5,224	0,125	10,411	24,676
Min	-575,057	-13,048	-4,267	-0,121	-10,487	-27,522

4.4. Perhitungan Penulangan

4.4.1. Balok

1. Balok Induk 25 x 35 Bentang 5m

Tulangan Geser

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton : f_c' = 24,9 MPa

Tegangan Leleh Baja : $f_y(\text{BjTS-30})$ = 290 MPa

Faktor Reduksi Geser: ϕ_s = 0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang = 5000 mm

Lebar Balok = 250 mm

Tinggi Balok = 350 mm

Selimut Beton = 30 mm

Tinggi Efektif Beton = $h - d'$

= 350 - 30

= 320 mm

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok : V_u = 39,24 kN (hasil Analisa Struktur)

Kuat Geser Ultimit Balok : $V_u(\text{Tumpuan})$ = 39,24 kN

Kuat Geser Ultimit Balok : $V_u(\text{Lapangan})$ = 17,60 kN

Tulangan untuk Tumpuan

Tulangan Geser Balok

Diameter Sengkang : d_s = 10,00 mm

Luas Penampang Sengkang : A_v = $2 [1/4 \pi d_s^2]$
= 157,08 mm²

Jarak antar Sengkang : s = 150 mm

Jarak Sengkang Maksimum : s_{max} = 160 mm

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$s \leq s_{max}$

150,00 mm \leq 160,00 mm OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 66,53 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} & : V_s = (A_v f_y d) / s \\ & = 97,18 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 66,53 + 97,18 \\ & = 163,71 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 122,78 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 39,24 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r & \geq V_u \\ 122,78 \text{ kN} & \geq 39,24 \text{ kN} \quad \text{..... OK} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 150

Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

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

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Sengkang} : A_v & = 2 [1/4 \pi d_s^2] \\ & = 157,08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

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

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{max} = 160 \text{ mm}$$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} s & \leq s_{max} \\ 150 \text{ mm} & \leq 160 \text{ mm} \quad \text{..... OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 66,53 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} : V_s &= (A_v f_y d) / s \\ &= 97,18 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} : V_n &= V_c + V_s \\ &= 66,53 + 97,18 \\ &= 163,71 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} : V_r &= \phi_s V_n \\ &= 122,78 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 39,24 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 122,78 \text{ kN} &\geq 39,24 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10– 150

Tulangan Lentur

Diketahui:

$$M_u = 17,5986 \text{ kN m}$$

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

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

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

$$d = 320 \text{ mm}$$

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

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

$$\rho = 0,5$$

$$D = 13 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 132,732 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

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

dimana :

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

$$= 947,7912$$

$$B = - [\{ (1-\delta) \times f_y \} + \{ \delta \times f_y \times (1-d'/d) \}]$$

$$= -381,25$$

$$C = \frac{\mu}{\phi \times b \times d^2}$$

$$= 0,859307$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,399984367$$

$$\rho_2 = 0,002266692$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,002267$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

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

$$= 181,3354 \text{ mm}^2$$

* tulangan tekan

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

$$= 90,66768 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}}$$

$$= \frac{181,3354}{90,66768}$$

$$= 1,366174 \approx 2 \text{ batang}$$

* tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{s1}}$$

$$= \frac{90,66768}{132,732}$$

$$= 0,683087 \approx 1 \text{ batang}$$

Maka digunakan tulangan :

2–D13 untuk tulangan tarik

1–D13 untuk tulangan tekan

2. Balok Induk 20cm x 30cm Bentang 4 m

Tulangan Geser

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton : f_c' = 24,9 MPa

Tegangan Leleh Baja : $f_y(\text{BjTS-30})$ = 400 MPa

Faktor Reduksi Geser : ϕ_s = 0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang = 4000 mm

Lebar Balok = 200 mm

Tinggi Balok = 300 mm

Selimut Beton = 30 mm

Tinggi Efektif Beton = $h - d'$

= 300 – 30

= 270 mm

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok : V_u = 31,27 kN (hasil Analisa Struktur)

Kuat Geser Ultimit Balok : $V_u(\text{Tumpuan})$ = 31,27kN

Kuat Geser Ultimit Balok : $V_u(\text{Lapangan})$ = 15,64 kN

Tulangan untuk Tumpuan

Tulangan Geser Balok

Diameter Sengkang : d_s = 10,00 mm

Luas Penampang Sengkang : A_v = $2 [1/4 \pi d_s^2]$
= 157,08 mm²

Jarak antar Sengkang : s = 100 mm

Jarak Sengkang Maksimum : s_{max} = 135,00 mm

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$s \leq s_{max}$

100,00 mm \leq 135,00mm OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 44,91 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} & : V_s = (A_v f_y d) / s \\ & = 169,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 44,91 + 169,65 \\ & = 214,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 160,92 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 31,27 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r & \geq V_u \\ 160,92 \text{ kN} & \geq 31,27 \text{ kN} \quad \text{..... OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 100

Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

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

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Sengkang} : A_v & = 2 [1/4 \pi d_s^2] \\ & = 157,08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar Sengkang} : s = 12,000 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{max} = 135,00 \text{ mm}$$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} s & \leq s_{max} \\ 120,00 \text{ mm} & \leq 135,00 \text{ mm} \quad \text{..... OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 44,91 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} & : V_s = (A_v f_y d) / s \\ & = 141,37 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 44,91 + 141,37 \\ & = 186,28 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 139,71 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 31,27 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r & \geq V_u \\ 139,71 \text{ kN} & \geq 31,27 \text{ kN} \end{aligned} \quad \text{..... OK !!}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 150

Tulangan Lentur

Diketahui:

$$M_u = 9,7086 \text{ kN m}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

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

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

$$d = 270 \text{ mm}$$

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

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

$$\rho = 0,5$$

$$D = 13 \text{ mm}$$

$$A_{s1} = 132,732 \text{ mm}^2$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$A_p^2 + B_p + C = 0$$

dimana :

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

$$= 947,791165$$

$$B = - [\{ (1-\delta) \times f_y \} + \{ \delta \times f_y \times (1-d'/d) \}]$$

$$= -377,77778$$

$$C = \frac{\mu}{\phi \times b \times d^2}$$

$$= 0,83235597$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,39637196$$

$$\rho_2 = 0,00221561$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,00221561$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

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

$$= 119,642995 \text{ mm}^2$$

* tulangan tekan

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

$$= 59,8214977 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}}$$

$$= \frac{119,642995}{132,732}$$

$$= 0,90138576 \approx 1 \text{ batang}$$

* tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{s1}}$$

$$= \frac{59,8214977}{132,732}$$

$$= 0,45069288 \approx 1 \text{ batang}$$

Maka digunakan tulangan :

1-D13 untuk tulangan tarik

1-D13 untuk tulangan tekan

3. Balok Anak 30cm x 20cm Bentang 300cm

Tulangan Geser

Data Material Balok

Kuat Tekan Beton : f_c' = 24,90MPa

Tegangan Leleh Baja : $f_y(\text{Bj}^{\text{TS-30}})$ = 400 MPa

Faktor Reduksi Geser : ϕ_s = 0,75

Dimensi Balok

Panjang Bentang = 3000 mm

Lebar Balok = 200 mm

Tinggi Balok = 300 mm

Selimut Beton = 30 mm

Tinggi Efektif Beton = $h - d'$

= 300 - 30

= 270 mm

Gaya Geser Ultimate Balok

Kuat Geser Ultimit Balok : V_u = 6,08kN (hasil Analisa Struktur)

Kuat Geser Ultimit Balok : $V_u(\text{Tumpuan})$ = 6,08kN

Kuat Geser Ultimit Balok : $V_u(\text{Lapangan})$ = 3,04kN

Tulangan untuk Tumpuan

Tulangan Geser Balok

Diameter Sengkang : d_s = 10,00 mm

Luas Penampang Sengkang : A_v = $2 [1/4 \pi d_s^2]$

= 157,08 mm²

Jarak antar Sengkang : s = 100,00mm

Jarak Sengkang Maksimum : s_{max} = 135,00 m

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$s \leq s_{max}$

100,00 mm \leq 135,00 mm OK !!

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 44,91 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} & : V_s = (A_v f_y d) / s \\ & = 169,65 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} & : V_n = V_c + V_s \\ & = 44,91 + 169,65 \\ & = 214,56 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} & : V_r = \phi_s V_n \\ & = 160,92 \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 6,08 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r & \geq V_u \\ 160,92 \text{ kN} & \geq 6,08 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 100

Tulangan untuk Lapangan

Tulangan Geser Balok

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

$$\begin{aligned} \text{Luas Penampang Sengkang} : A_v & = 2 [1/4 \pi d_s^2] \\ & = 157,08 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Jarak antar Sengkang} : s = 120,00 \text{ mm}$$

$$\text{Jarak Sengkang Maksimum} : s_{max} = 185,00 \text{ mm}$$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Balok

$$\begin{aligned} s & \leq s_{max} \\ 120,00 \text{ mm} & \leq 135,00 \text{ mm} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} & : V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)] \\ & = 44,91 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} : V_s &= (A_v f_y d) / s \\ &= 141,37 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Balok} : V_n &= V_c + V_s \\ &= 44,91 + 141,37 \\ &= 186,28 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Balok} : V_r &= \phi_s V_n \\ &= 139,71 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Balok

$$\text{Kuat Geser Ultimit Balok} : V_u = 6,08 \text{ kN}$$

Kontrol Kuat Geser Rencana Balok

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 139,71 \text{ kN} &\geq 6,08 \text{ kN} \end{aligned} \quad \text{..... OK !!}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : Ø10 - 120

Tulangan Lentur

Diketahui:

$$\begin{aligned} M_u &= 6,0822 \text{ kN m} \\ b &= 200 \text{ mm} \\ h &= 300 \text{ mm} \\ d' &= 30 \text{ mm} \\ d &= 270 \text{ mm} \\ f_c' &= 24,90 \text{ Mpa} \\ f_y &= 400 \text{ Mpa} \\ \rho &= 0,5 \\ D &= 13 \text{ mm} \\ A_{s1} &= 132,732 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

Rasio tulangan yang dibutuhkan :

$$A_p^2 + B_p + C = 0$$

dimana :

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

$$= 947,7912$$

$$B = - [\{ (1-\delta) \times f_y \} + \{ \delta \times f_y \times (1-d'/d) \}]$$

$$= -377,778$$

$$C = \frac{\mu}{\phi \times b \times d^2}$$

$$= 0,521451$$

dengan rumus abc, didapatkan nilai ρ

$$\rho_1 = 0,397202447$$

$$\rho_2 = 0,001385124$$

diambil nilai ρ terkecil dan positif

$$\rho = 0,001385$$

Luas tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

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

$$= 74,79669 \text{ mm}^2$$

* tulangan tekan

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

$$= 37,39834 \text{ mm}^2$$

Jumlah tulangan yang dibutuhkan

* tulangan tarik

$$n = \frac{A_s}{A_{s1}}$$

$$= \frac{74,79669}{132,732}$$

$$= 0,563515 \approx 1 \text{ batang}$$

* tulangan tekan

$$n' = \frac{A_s'}{A_{s1}}$$

$$= \frac{37,39834}{132,732}$$

$$= 0,281758 \approx 1 \text{ batang}$$

Maka digunakan tulangan :

1–D13 untuk tulangan tarik

1–D13 untuk tulangan tekan

4.4.2. Kolom

1. Kolom 1 40 x 40 cm

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton : $f_c = 24,9 \text{ MPa}$

Tegangan Leleh Baja : $f_y = 400,00 \text{ MPa}$

Faktor Reduksi Geser : $\phi_s = 0,75$

Dimensi Kolom

Lebar Kolom : $b = 400 \text{ mm}$

Tinggi Kolom : $h = 400 \text{ mm}$

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

Tinggi Efektif Beton : $d = h - d'$

$$= 400 - 50$$

$$= 350 \text{ mm}$$

Tulangan Geser Kolom

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

Luas Penampang Sengkang : $A_v = 2 [1/4 \pi d_s^2] (\text{sengkang 2 kaki})$

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

Jarak antar Sengkang : $s = 150,00 \text{ mm}$

Jarak Sengkang Maksimum : $s_{max} = 160 \text{ mm}$

Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom

$$s \leq s_{max}$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 160,00 \text{ mm} \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

Kuat Geser Beton : $V_c = 1/6 [(\sqrt{f_c'}) / (b d)]$

$$= 93,15 \text{ kN}$$

Kuat Geser Tulangan Geser $V_s = (A_v f_y d_s) / s$

$$= 80,42 \text{ kN}$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned}\text{Kuat Geser Nominal Kolom } V_n &= V_c + V_s \\ &= 93,15 + 80,42 \\ &= 173,57 \text{ kN}\end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned}\text{Kuat Geser Rencana Kolom } V_r &= \phi_s V_n \\ &= 130,18 \text{ kN}\end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom : $V_u = 10,26$ (dari hasil analisis struktur)

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned}V_r &\geq V_u \\ 130,18 \text{ kN} &\geq 10,26 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{ OK !!}\end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : $\emptyset 10 - 150$

Tulangan Utama Kolom

$$\begin{aligned}b &= 400 \text{ mm} \\ h &= 400 \text{ mm} \\ D &= 13 \text{ mm (Diameter Tulangan)} \\ f_c &= 24,9 \text{ Mpa} \\ f_y &= 400 \text{ MPa} \\ d &= 370 \text{ mm} \\ d' &= 30 \text{ mm} \\ n.tul &= 8bh \text{ (Jumlah Tulangan)} \\ y &= 200 \text{ mm}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}A_s = A_s' &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (13 \text{ mm})^2 \\ &= 132,665 \text{ mm} \\ A_{st} &= A_s \times (n) \\ &= 132,665 \times 16 \\ &= 148,665\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 A_g &= b \times h \\
 &= 400 \times 400 \\
 &= 160000 \text{ mm}^2
 \end{aligned}$$

a. kapasitas maksimum (Po) dari kolom

$$\begin{aligned}
 &= 0,85 \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\
 &= 0,85 \times 24,9 (160000 - 1061,858) + 1061,858 \times 400 \\
 &= 3788669,095 \text{ N} \\
 &= 3788,669095 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

b. kekuatan nominal maksimum penampang kolom (Pn(max))

$$\begin{aligned}
 &= 0,8 \times P_o \\
 &= 0,8 \times 3788,669095 \\
 &= 3030,9353 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum (emin)

$$\begin{aligned}
 &= 0,1 \times h \\
 &= 0,1 \times 400 \\
 &= 40 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

c. kuat tekan rencana kolom ϕP_n (max)

$$\begin{aligned}
 &= \phi \times 0,8 \times P_o \\
 &= 0,65 \times 0,8 \times 3788,669095 \\
 &= 1970,1079 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

d. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance) Pnb

$$\begin{aligned}
 C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\
 &= \frac{600}{600 + 290} \times 550 \\
 &= 222
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 a_b &= 0,85 \times C_b \\
 &= 0,85 \times 222 \\
 &= 188,7 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\
 &= 0,85 \times 24,9 \times 315,168 \times 400 + (283 \times 290) - (283 \times 290) \\
 &= 1331278,5 \text{ N} \\
 &= 1331,2785 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s \times f_s' \times (h/2 -) \\
 &+ A_s \times f_s (d - y) \\
 &= 240985853,8 \text{ Nmm} \\
 &= 240,9858538 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\
 &= \frac{708,889}{2668,216} \\
 &= 0,18101836 \text{ m} \\
 &= 181,018362 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

$$\phi \times P_{nb} = 865,331 \text{ kN}$$

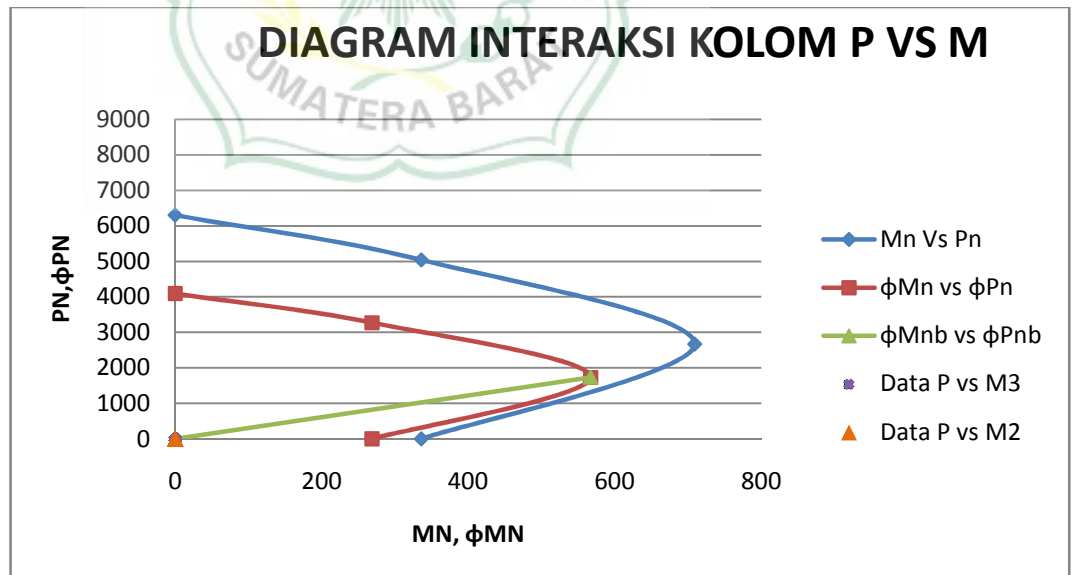
$$\phi \times M_{nb} = 192,7887 \text{ kNm}$$

e. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$M_n = A_s \times F_y \left(d - \frac{0,6 \times A_s \times f_y}{f_c \times B} \right)$$

$$M_n = 75,90582702 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 60,7246616 \text{ kNm}$$



(Gambar 4.12: Diagram Interaksi Kolom Pvs M)

Maka tulangan yang dipakai adalah 8 D - 13

2. Kolom 35 x 35 cm

Data Material Kolom

Kuat Tekan Beton	:fc	=24,9 MPa
Tegangan Leleh Baja	:fy	=400,00 MPa
Faktor Reduksi Geser	:φs	= 0,75

Dimensi Kolom

Lebar Kolom	:b	= 350 mm
Tinggi Kolom	:h	= 350 mm
Selimit Beton	:d'	= 30 mm
Tinggi Efektif Beton	:d	= h - d'
		= 350 - 50
		= 300 mm

Tulangan Geser Kolom

Diameter Sengkang	:ds	= 10,00 mm
Luas Penampang Sengkang kaki)	:Av	= 2 [1/4 π ds ²](sengkang 2
		= 157,08 mm ²
Jarak antar Sengkang	:s	= 150,00 mm
Jarak Sengkang Maksimum	:smax	= 160 mm
Kontrol Jarak Antar Tulangan Geser Kolom		

$$s \leq smax$$

$$150,00 \text{ mm} \leq 160,00 \text{ mm} \quad \dots\dots\dots \text{OK !!}$$

Kuat Geser Beton dan Baja Tulangan

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Beton} \quad : \quad Vc &= 1/6 [(\sqrt{fc'}) / (b d)] \\ &= 93,15 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Tulangan Geser} \quad Vs &= (Av fy ds) / s \\ &= 80,42 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Nominal Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Nominal Kolom } Vn &= Vc \quad + \quad Vs \\ &= 93,15 \quad + \quad 80,42 \\ &= 173,57 \text{ kN} \end{aligned}$$

Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} \text{Kuat Geser Rencana Kolom } V_r &= \phi_s V_n \\ &= 130,18 \text{ kN} \end{aligned}$$

Gaya Geser Ultimate Kolom

Kuat Geser Ultimit Kolom : $V_u = 13,05$ (dari hasil analisis struktur)

Kontrol Kuat Geser Rencana Kolom

$$\begin{aligned} V_r &\geq V_u \\ 130,18 \text{ kN} &\geq 13,05 \text{ kN} \quad \dots\dots \text{OK !!} \end{aligned}$$

Maka tulangan geser yang dipakai adalah : $\emptyset 10 - 150$

Tulangan Utama Kolom

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

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

$$D = 13 \text{ mm (Diameter Tulangan)}$$

$$f_c = 24,9 \text{ Mpa}$$

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

$$d = 370 \text{ mm}$$

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

$$n.tul = 8bh \text{ (Jumlah Tulangan)}$$

$$y = 175 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_s = A_s' &= \frac{1}{4} \times \pi \times D^2 \\ &= \frac{1}{4} \times 3,14 \times (13 \text{ mm})^2 \\ &= 132,665 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_{st} &= A_s \times (n) \\ &= 132,665 \times 16 \\ &= 148,665 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_g &= b \times h \\ &= 350 \times 350 \\ &= 122500 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

f. kapasitas maksimum (P_o) dari kolom

$$\begin{aligned} &= 0,85 \times f_c (A_g - A_{st}) + A_{st} \times f_y \\ &= 0,85 \times 24,9 (122500 - 148,665) + 148,665 \times 400 \\ &= 2994981,595 \text{ N} \\ &= 2994,981595 \text{ kN} \end{aligned}$$

g. kekuatan nominal maksimum penampang kolom ($P_n(\max)$)

$$\begin{aligned} &= 0,8 \times P_o \\ &= 0,8 \times 2994,981595 \\ &= 2395,9853 \text{ kN} \end{aligned}$$

eksentrisitas minimum (e_{\min})

$$\begin{aligned} &= 0,1 \times h \\ &= 0,1 \times 350 \\ &= 35 \text{ mm} \end{aligned}$$

h. kuat tekan rencana kolom $\phi P_n(\max)$

$$\begin{aligned} &= \phi \times 0,8 \times P_o \\ &= 0,65 \times 0,8 \times 2994,981595 \\ &= 1557,3904 \text{ kN} \end{aligned}$$

i. kapasitas penampang pada kondisi seimbang (balance) P_{nb}

$$\begin{aligned} C_b &= \frac{600}{600 + f_y} \times d \\ &= \frac{600}{600 + 290} \times 550 \\ &= 192 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} a_b &= 0,85 \times C_b \\ &= 0,85 \times 192 \\ &= 163,2 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b + (A_s' \times f_s') - (A_s \times f_y) \\ &= 0,85 \times 24,9 \times 315,168 \times 400 + (283 \times 290) - (283 \times 290) \\ &= 1208944,8 \text{ N} \\ &= 1208,9448 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{nb} &= 0,85 \times f_c' \times a_b \times b \times (y - a_b/2) + A_s' \times f_s' \times (h/2 - d) \\ &\quad + A_s \times f_y \times (d - y) \\ &= 174503226,7 \text{ Nmm} \\ &= 174,5032267 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Eksentrisitas pada kondisi seimbang

$$\begin{aligned}
 e_b &= \frac{M_{nb}}{P_{nb}} \\
 &= \frac{708,889}{2668,216} \\
 &= 0,14434342\text{m} \\
 &= 144,34342\text{mm}
 \end{aligned}$$

$$\phi \times P_{nb} = 785,8141\text{kN}$$

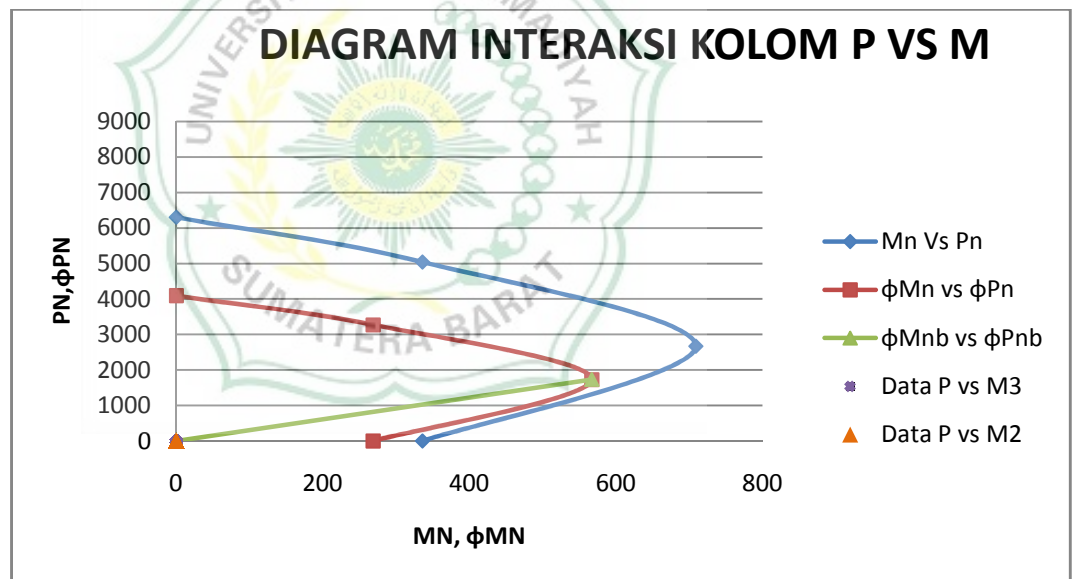
$$\phi \times M_{nb} = 139,6026\text{kNm}$$

j. Kapasitas penampang pada kondisi momen murni (P=0)

$$M_n = A_s \times F_y \left(d - \frac{0,6 \times A_s \times f_y}{f_c \times B} \right)$$

$$M_n = 64,90557407 \text{ kNm}$$

$$\phi M_n = 51,9244593 \text{ kNm}$$



(Gambar 4.13: Diagram Interaksi Kolom Pvs M

Maka tulangan yang dipakai adalah 8 D - 13

4.4.3. Pelat Lantai

Pembebanan pada pelat lantai

Beban Mati

Berat Jenis Beton = 2400 kg/m³

Tebal Pelat Lantai	=0,12 m
Lantai Keramik	=24kg/m ²
MEP	= 25 kg/m ²
Spesi per cm tebal	=21kg/m ²
Plafond	=20kg/m ²

Beban Mati pada Pelat Lantai

Beton	=2400 kg/m ²
Lantai Keramik	=24 kg/m ²
MEP	=25 kg/m ²
Spesi tebal 2 cm	=42 kg/m ²
Plafond	=20 kg/m ²

Total = 2761 kg/m²

Beban Hidup = 488,44 kg/m²

Beban Ultimate (Qu) = 1,2 D + 1,6 L

= 4094,704 kg/m²

Selimut Beton (d) = 30 mm

Tebal Plat = 120 mm

fc' = 24,9 Mpa

fy = 400 Mpa

Tulangan Pokok, D = 10mm

Tinggi efektif tulangan

dx = Tbl pelat – se.beton x (0,5 x d)

= 120 – 30 – (0,5 x 13)

= 85 mm

dy = Tbl pelat – se.beton – d x (0,5 x d)

= 120 – 30 – 85 x (0,5 x 10)

= 75 mm

Qu = 4094,704 kg/m²

= 40,17 kN/m²

Sisi pendek , Lx = 3 m

Sisi panjang, Ly = 5 m

Ly/Lx = 1,1

Rasio Tulangan

$$\begin{aligned}\rho_{\min} &= 0,0035 \\ \rho_b &= 0,027 \\ \rho_{\max} &= 0,020 \\ \rho_{\text{aktual}} &= 0,0080 \\ 1.33 \cdot \rho_{\text{aktual}} &= 0,0011 \\ \rho_{\text{pakai}} &= 0,0081 \\ A_s \text{ perlu} &= 685,84 \text{ mm}^2\end{aligned}$$

Jarak antar Tulangan

$$s = 114,46 \text{ mm}$$

Syarat

$$s \leq 2h \quad \text{OK}$$

$$s \leq 250 \quad \text{OK}$$

Maka dipilih s terkecil yaitu 150 mm

Kontrol terhadap kapasitas momen (M_n)

$$A_s \text{ ada} = 523,33 \text{ mm}^2$$

$$a = 9,89 \text{ mm}$$

$$M_n = 16.758.123.211.801,50 \text{ kNm}$$

$$M_u/\phi = 21,54$$

Syarat : $M_n > M_u/\phi$ Aman

Perencanaan Tulangan Arah Muly = - Muty

$$M_{\text{uly}} = 21,089 \text{ kNm}$$

$$M_u/\phi = 26,36 \text{ kNm}$$

$$m = 18,9 \text{ kNm}$$

Koefisien Ketahanan (R_n) diambil nilai b tiap 1000 mm

$$R_n = 4,69 \text{ Mpa}$$

Rasio Tulangan

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

$$\rho_b = 0,027$$

$$\rho_{\max} = 0,020$$

$$\rho_{\text{aktual}} = 0,0013$$

$$1.33 \cdot \rho_{\text{aktual}} = 0,0018$$

ρ pakai = 0,0013
 As perlu = 1006,28 mm²

Jarak antar Tulangan

s = 78,01 mm

Syarat

$s \leq 2h$ OK

$s \leq 250$ OK

Maka dipilih s terkecil yaitu 150 mm

Kontrol terhadap kapasitas momen (Mn)

As ada = 523,333 mm²

a = 9,89 mm

Mn = 1,67581E+13 kNm

Mu/ ϕ = 26,36

Syarat : Mn > Mu/ ϕ Aman

Maka tulangan yang dipakai

Arah x = Ø10 - 150

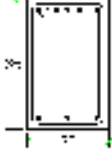
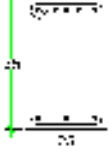
Arah y = Ø10 - 150

4.5. Rekap Penulangan Balok, Kolom Dan Pelat Lantai

	MEMBUJAN	AYANGAN
GAMBAR		
Dimensi	35 x 25cm	35 x 25cm
jumlah As	5D13	5D13
Tulangan Dawah	3D13	3D13
Sengkang	Ø10 100	Ø10 150


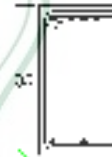
Gambar 4.15 Balok Induk 35/25 bentang 5m

(Sumber : Autocad)

NOTASI	Balok 35x25 bentang 4m	
GAMBAR	TUMPUAN	LAPANAN
		
Dimensi	35 x 25cm	35 x 25cm
Tulangan Atas	5D13	5D13
Tulangan Bawah	3D13	3D13
Sengkang	Ø10 100	Ø10 150

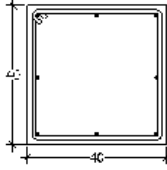
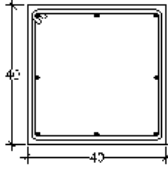
Gambar 4.16 Balok induk 35/25 bentang 4m

(Sumber : Autocad)

NOTASI	Balok 35x25 bentang 3m	
GAMBAR	TUMPUAN	LAPANAN
		
Dimensi	35 x 25cm	35 x 25cm
Tulangan Atas	5D13	5D13
Tulangan Bawah	3D13	3D13
Sengkang	Ø10 100	Ø10 150

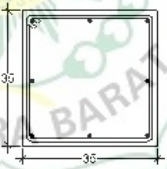
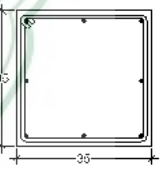
Gambar 4.17 Balok Induk 35/25 bentang 3m

(Sumber : Autocad)

NOTASI	Kolom 40 x 40(K1)	
	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR		
Dimensi	40 x 40cm	40 x 40cm
Tulangan	8D13	8D13
Sengkang	Ø10 - 150	Ø10 - 150

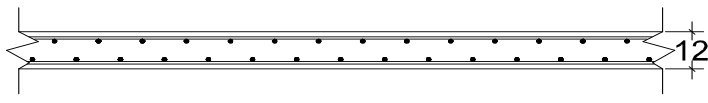
Gambar 4.18 Kolom 1 40x40 cm

(Sumber : Autocad)

NOTASI	Kolom 35 x 35(K2)	
	TUMPUAN	LAPANGAN
GAMBAR		
Dimensi	35x35cm	35x35cm
Tulangan	8D13	8D13
Sengkang	Ø10 - 150	Ø10 - 150

Gambar 4.19 Kolom 2 35x35 cm

(Sumber : Autocad)

Pelat Lantai	
Keterangan	
Sketsa gambar	
Tulangan Atas	Ø10 - 15
Tulangan Tengah	
Tulangan Bawah	Ø10 - 15

Gambar 4.20 Pelat lantai tebal 12cm

(Sumber : Autocad)

Tabel 4.7 Rekap penulangan Balok

No	Nama	Bentang (cm)	h (mm)	x	b (mm)	Tulangan	Sengkang
1	Balok 25/35	500	350		250	Tulangan atas = 2 D 13	Sengkang = tulangan geser = Ø10 - 100
						Tulangan bawah = 1 D 13	tulangan geser = Ø10 - 150
2	Balok 25/35	400	350		250	Tulangan atas = 2 D 13	Sengkang = tulangan geser = Ø10 - 100
						Tulangan bawah = 1 D 13	tulangan geser = Ø10 - 150
3	Balok 25/35	300	350		250	Tulangan atas = 2 D 13	Sengkang = tulangan geser = Ø10 - 100
						Tulangan bawah = 1 D 13	tulangan geser = Ø10 - 150

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.8 Rekap penulangan Kolom

No	Nama	Tinggi	h	x	b	Tulangan	Sengkang
1	Kolom Lantai 1	400	400		400	8 D-13	Ø10 - 150
2	Kolom Lantai 2	400	350		350	8 D-13	Ø10 - 150
3	Kolom Lantai 3	100	350		350	8 D-13	Ø10 - 150

(Sumber : Hasil Perhitungan)

Tabel 4.9 Rekap penulangan Pelat Lantai

Nama	Tinggi (cm)	Tulangan atas (mm)	Tulangan Bawah (mm)
Pelat Lantai	0,12	Ø10 - 150	Ø10 - 150

(Sumber : Hasil Perhitungan)

4.6 Pondasi

4.6.1 Data Awal

Data perencanaan

$$P = 575,057 \text{ Kg}$$

$$d = 150 \text{ cm}$$

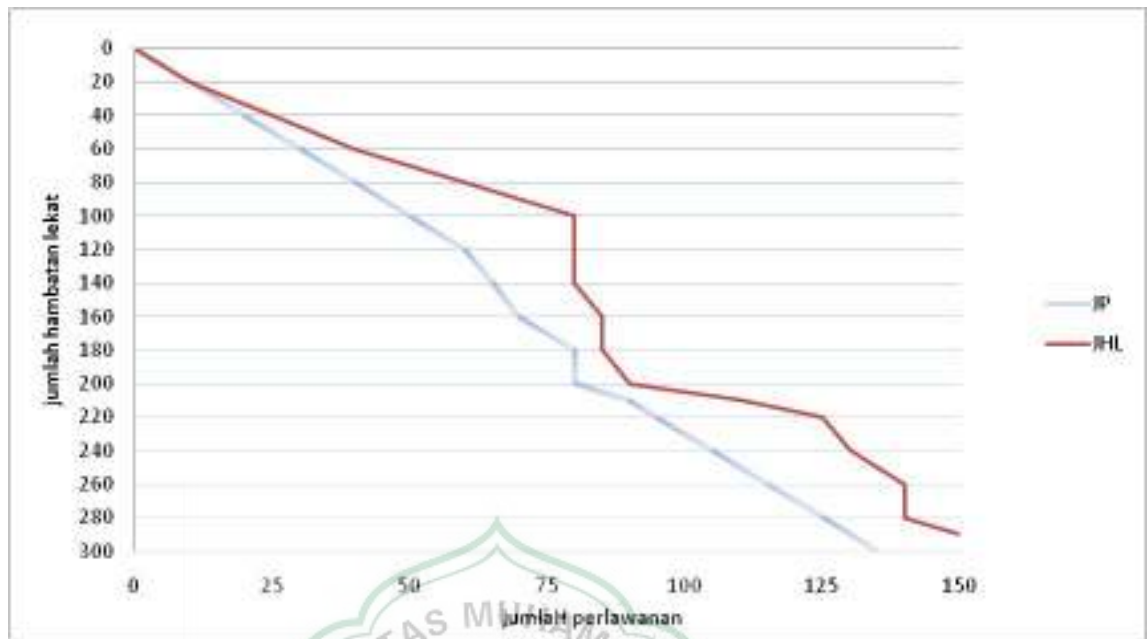
$$D = 300 \text{ cm}$$

$$q_c = 10 \text{ Kg/cm}^2$$

Tabel 4.8 Data sondir

Kedalaman	qt	JP	qc	HLx20/101 (Kg/cm ²)	JHL	HS
(m)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	(kg/cm ²)	Kg/cm ²
0	0	0	0	0	0	0
20	5	10	5	10	5	1
40	15	25	5	10	10	1
60	30	40	10	20	20	2
80	50	60	10	20	30	2
1m	70	80	10	20	40	2
20	70	80	10	20	50	2
40	70	80	10	20	60	2
60	80	85	5	10	65	1
80	80	85	5	10	70	1
2m	80	90	10	20	80	2
10	100	110	10	20	90	2
20	120	125	5	10	95	1
40	120	130	10	20	105	20
60	130	140	10	20	115	2
80	130	140	10	20	125	2

3m	150	160	10	20	135	2
----	-----	-----	----	----	-----	---



Gambar 4.13 grafik data sondir

Sumber : program excel

4.6.2 Perhitungan daya dukung pondasi sumuran

Data perencanaan

$$P = 575,057 \text{ Kg}$$

$$d = 150 \text{ cm}$$

$$D = 300 \text{ cm}$$

$$Q_c = 10 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} Q_b &= A_h \times q_c \\ &= \left(\frac{1}{4} \cdot \pi \cdot 150^2\right) \cdot 10 \\ &= 176625 \text{ Kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} AS &= \pi \cdot d \cdot D \\ &= 3,14 \cdot 150 \cdot 300 \\ &= 141.300 \text{ cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 F_s &= 0,012 q_c \\
 &= 0,012 \cdot 10 \text{ cm}^2 \\
 &= 0,12 \\
 Q_s &= A_s \times F_s \\
 &= 141300 \cdot 0,12 \text{ cm}^2 \\
 &= 16956 \text{ Kg} \\
 Q_{ult} &= Q_b + Q_s \\
 &= 176625 + 16956 \text{ cm}^2 \\
 &= 163581 \text{ Kg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 Q_{all} &= Q_{ult} / sf \\
 &= 163581 / 3 \\
 &= 54527 \text{ KN} > P = 575,057 \dots \dots \dots \text{ ok!!}
 \end{aligned}$$

Penurunan pada titik pondasi yang memukul berat terbesar $p = 575,057$

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

Keterangan :

- Q = Besarnya tegangan kontak
- B = Lebar pondasi
- L_w = Faktor pengaruh dari bentuk dan kekakuan podasi
- u = Angka poisson ratio
- E_s = Sifat elastisitas tanah

$$\begin{aligned}
 Q &= P / A \\
 &= 57,5057 / 5,3 \\
 &= 10,850 \text{ kg}
 \end{aligned}$$

$$S_i = 10,850 \cdot 150 \cdot \frac{(1-0,3^2)}{700} \cdot 0,88$$

$$S_i = 1,9$$

$$\begin{aligned}
 \text{Syarat} &= S_{ijin} > S_i \\
 &= 2,5 > 1,9 \dots \dots \dots \text{OK}
 \end{aligned}$$

BAB V

KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil perencanaan struktur yang penulis lakukan pada gedung smp muhammadiyah kota payakumbuh, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dimensi balok yang digunakan dalam permodelan adalah :
 - a. Balok Induk : 35cm x 25cm
 - b. Balok Induk : 30cm x 20cm
 - c. Tebal pelat : 15cm
2. Dimensi kolom yang digunakan dalam permodelan adalah :
 - a. Kolom Lantai 2 : 35cm x 35cm
 - b. Kolom Lantai 1 : 40cm x 40cm
3. Perhitungan Penulangan
 - a. Balok Induk 35cm x 25cm. Tulangan geser untuk tumpuan yang dipakai adalah $\emptyset 10 - 100$, sedangkan untuk lapangan adalah $\emptyset 10 - 150$. Tulangan lentur yang digunakan adalah 2 -D13 untuk tulangan tarik dan 1 -D13 untuk tulangan tekan.
 - b. Balok Induk 35cm x 25cm Bentang 5m. Tulangan geser untuk tumpuan yang dipakai adalah $\emptyset 10 - 100$ sedangkan untuk lapangan adalah $\emptyset 10 - 150$. Tulangan lentur yang digunakan adalah 2 -D13 untuk tulangan tarik dan 1 -D13 untuk tulangan tekan.
 - c. Balok Induk 30cm x 20cm Bentang 4m. Tulangan geser untuk tumpuan yang dipakai adalah $\emptyset 10 - 100$ sedangkan untuk lapangan adalah $\emptyset 10 - 150$. Tulangan lentur yang digunakan adalah 1 -D13 untuk tulangan tarik dan 1 -D13 untuk tulangan tekan.
 - d. Kolom 1 40cm x 40cm. Tulangan geser untuk tumpuan yang dipakai adalah $\emptyset 10 - 150$ sedangkan tulangan induk yang dipakai adalah 13D-8.
 - e. Pelat Lantai. tulangan yang dipakai Arah x = $\emptyset 10 - 150$, sedangkan Arah y = $\emptyset 10 - 150$.

5.2. Saran

Dari Laporan Perencanaan Struktur Atas Gedung smp muhammadiyah, penyusun menyampaikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal maka diharapkan kontraktor melakukan pekerjaan seoptimal mungkin baik dari segi waktu, biaya, dan perhitungan keamanan.
2. Pada pelaksanaan di lapangan diharapkan untuk selalu mengecek mutu beton dan baja tulangan yang dikerjakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Amrullah, W., Bagio, T. H., & Tistogondo, J. (2019). Desain Perencanaan Struktur Gedung 38 Lantai Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). *Universitas Narotama Surabaya., Surabaya.*
- Bastian, E. (2018). Pengaruh Jenis Tulangan Terhadap Efektifitas Kinerja Balok Beton Bertulang. *Rang Teknik Journal, 1(2).*
- Bastian, E. Pengaruh Jenis Tulangan terhadap Efektifitas Kinerja Balok Beton Bertulang. *Rang Teknik Journal, 1(2), 271217.*
- Budi, H. L., & Christiyanto, R. (2010). *Perencanaan struktur gedung rusunawa Unimus* (Doctoral dissertation, FAKULTAS TEKNIK).
- Gusfita, Y. A., Masril, M., & Bastian, E. (2022). ANALISIS STRUKTUR ATAS PADA PEMBANGUNAN SDN 04 GAREGEH. *Ensiklopedia Research and Community Service Review, 1(2), 40-45.*
- Hanafi, M. B. (2015). *Perencanaan Struktur Apartemen 5 Lantai+ 1 Basement Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) Di Sukoharjo* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).
- <https://www.scribd.com/doc/24485305/pondasi-sumuran>
- Ichwandri, Y. P. (2014). *Perencanaan Struktur Gedung Asrama Mahasiswa Universitas Sriwijaya Palembang Dengan Penahan Lateral Dinding Struktural* (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Kariso, P. H., Dapas, S. O., & Pandaleke, R. E. (2018). Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. *Jurnal Sipil Statik, 6(6).*
- Lisal, I., Taufik, T., & Khadavi, K. (2019). PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG HOTEL DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DIKOTA PADANG. *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University, 2(2).*
- PBI., 1971., “Tabel untuk penentuan momen pelat”.
- PBI., 1983., “Berat sendiri bahan bangunan dan komponen gedung. Beban hidup pada lantai gedung”.
- PPPURG., 1987., “Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung”.

Putra, R. S., Ridwan, A., Winarto, S., & Candra, A. I. (2020). Study Perencanaan Struktur Atas Gedung Guest House 6 Lantai Di Kota Kediri. *Jurnal Manajemen Teknologi & Teknik Sipil*, 3(1), 35-44.

Putri, A. H., Masril, M., & Kurniawan, D. (2021). Perencanaan Struktur Gedung Pasar Raya Padang. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 137-143.

SK SNI T-15-1991-03., “Kolom, Balok, Pelat Lantai”.

SNI 03-2847-2002., “Daerah tumpuan dan lapangan Pelat dua arah”.

SNI 03-2847-2013., “Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung”.
Struktur Beton Bertulang, Standar baru SNI 1991-03.

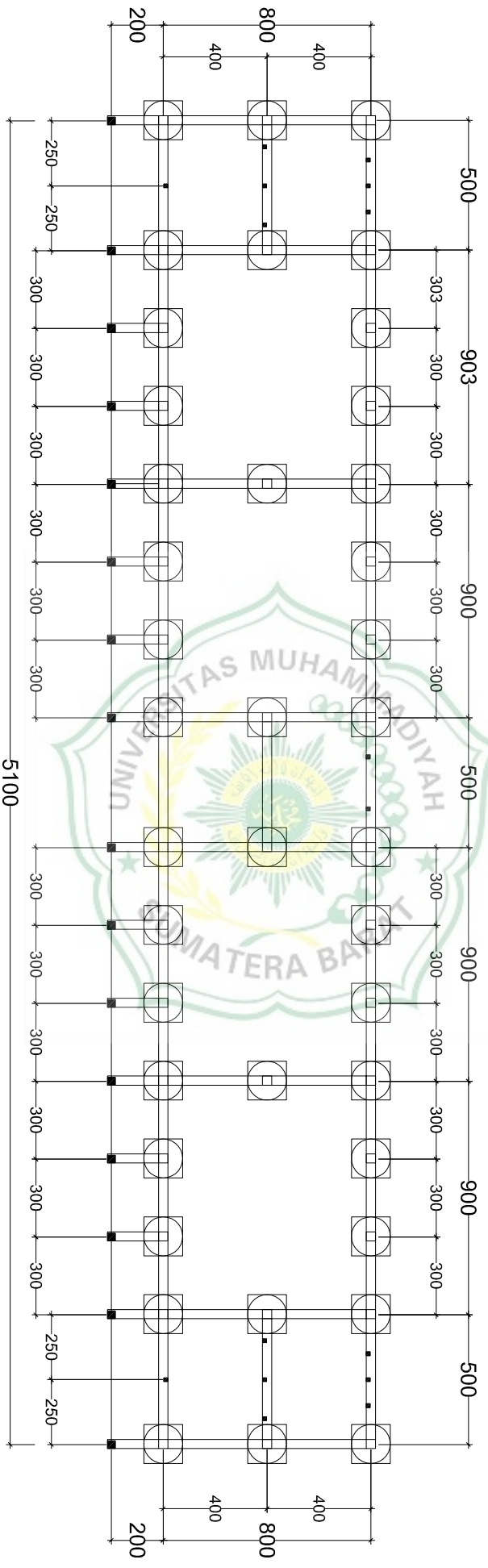
SNI 1726-2012., “Baja Tulangan Beton”

Sumadi, D. A. N., & Budi Setiawan, S. T. (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Kampus 6 Lantai (+ 1 Basement) Di Sukoharjo Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)* (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).

Wahyuni, F., Taufik, T., & Permata, R. (2019). PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PERHOTELAN DENGAN SISTEM RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS (SRPMK). (STUDI KASUS: PERENCANAAN RESORT HOTEL DI LAWANG ADVENTURE PARK, KABUPATEN AGAM PROVINSI SUMATERA BARAT). *Abstract of Undergraduate Research, Faculty of Civil and Planning Engineering, Bung Hatta University*, 2(2).

Wihartono, W. M. (2018). *Perencanaan Struktur Gedung Fakultas Teknik Universitas Moren di Jalan Kranggan Semarang* (Doctoral dissertation, Unika Soegijapranata Semarang).

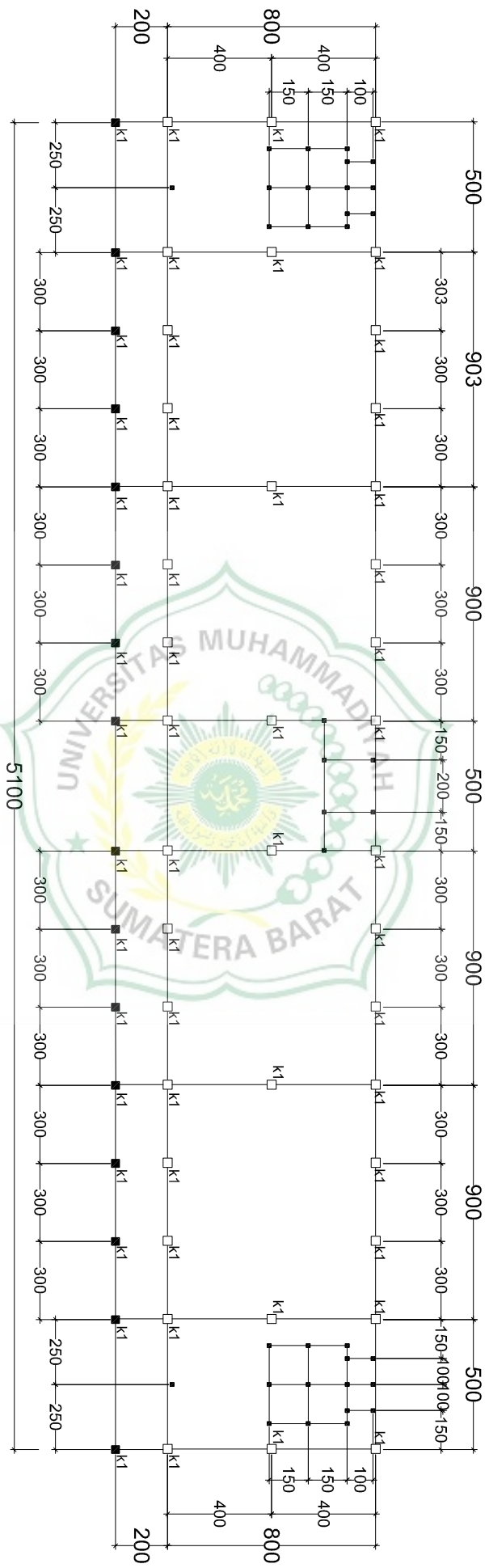
Wiyata, N. F., Daniswara, R. A., Sumirin, S., & Ahyar, M. R. (2020). Perencanaan Struktur Atas Tahan Gempa Hotel Laras Asri Salatiga Berdasarkan SNI 1726-2019. *Prosiding Konferensi Ilmiah Mahasiswa Unissula (KIMU) Klaster Engineering*. Medriosa, H., & Akbar, F. A. (2021). ANALISIS STRUKTUR GEDUNG IRNA (INSTALASI RAWAT INAP) RUMAH SAKIT UMUM PASAMAN BARAT MENGGUNAKAN SNI BETON BERTULANG 2847: 2019 DAN SNI GEMPA 1726: 2019. *Ensiklopedia of Journal*, 3(4), 7-14.



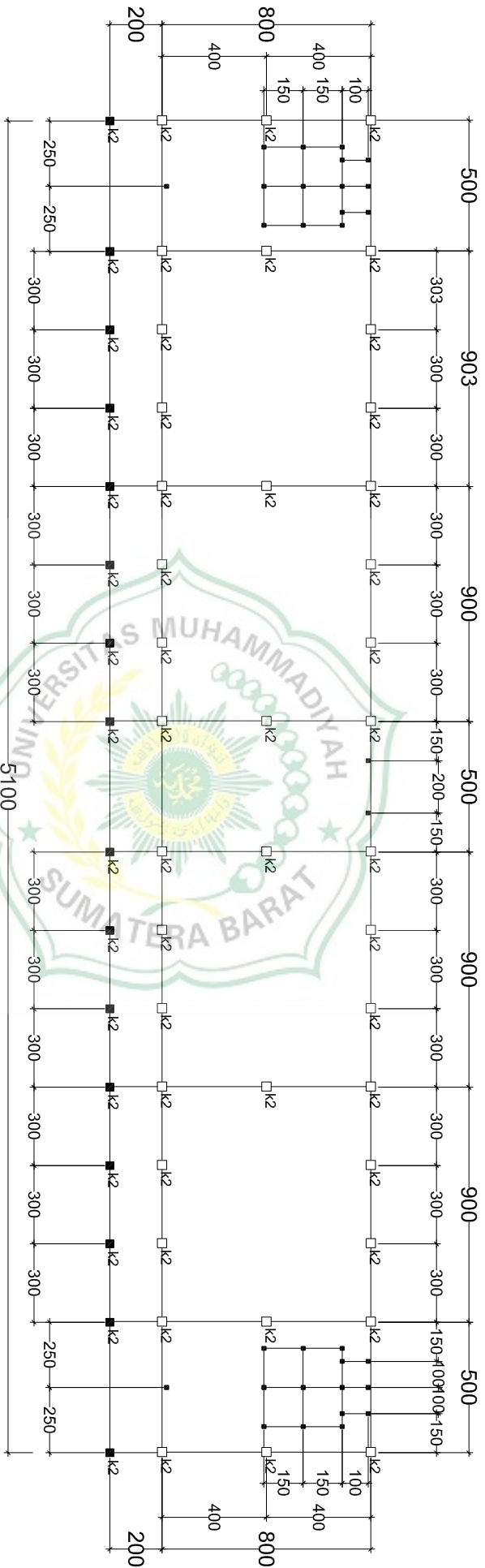
L

DENAH PONDASI

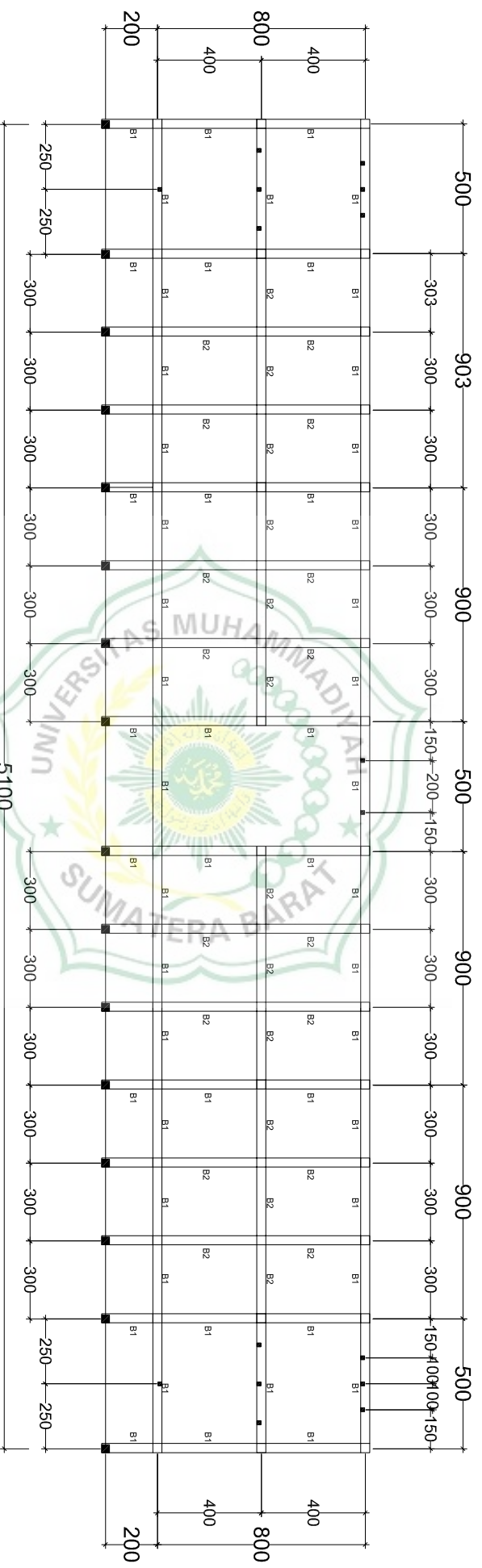
SKALA 1 : 300



J
DENAH KOLOM LANTAI 1
 SKALA 1 : 300

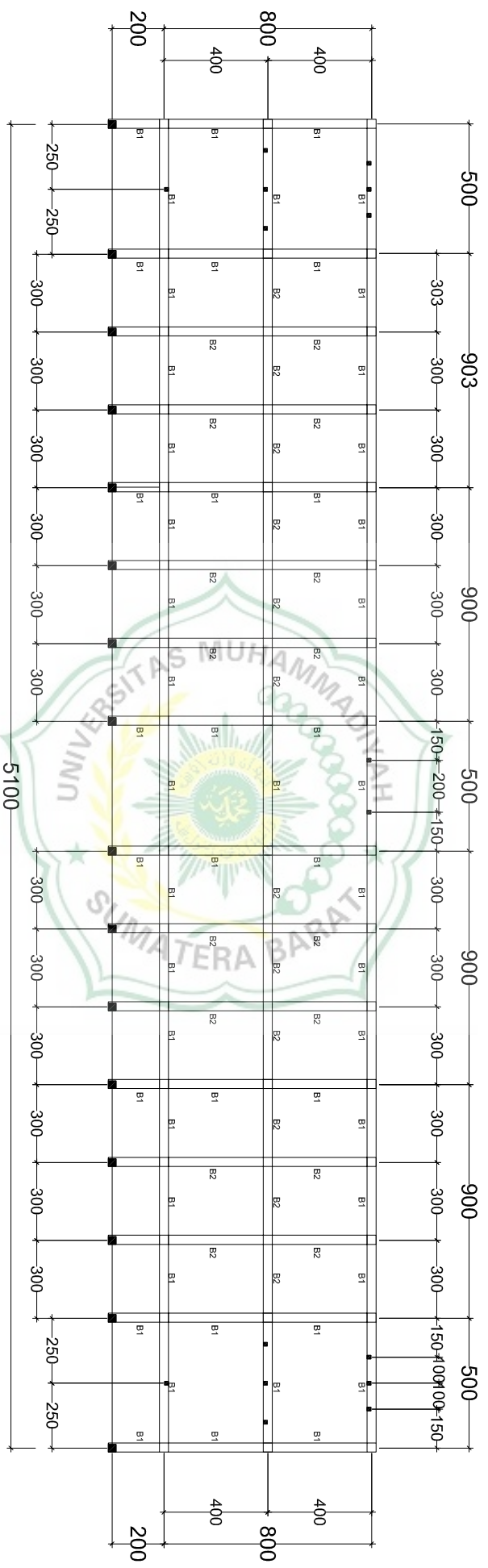



DENAH KOLOM LANTAI 2
 SKALA 1 : 300



DENAH BALOK LANTAI 1

SKALA 1 : 300



L **DENAH BALOK LANTAI 2**
 SKALA 1 : 300



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Ase Kuning No. 1 Bukittinggi (26131) Telp. (0752) 423737, Hp 081384929100
Website: www.fi.umsh.ac.id Email: fakultas@umsh.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Muhammad Anshar
NIM	:	181000222201085
Program Studi	:	Teknik Sipil
Pembimbing I	:	Masni S.T, M.T
Pembimbing II	:	Ir. Ana Susanti Yusman, M.Si
Judul	:	TINJAUAN ULANG PERENCANAAN STRUKTUR Gedung SMP Muhammadiyah Payakumbuh

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	22/6/22	Perbaiki Penulisan		
2.		- Perbaiki Latar belakang		
3.		- Bagan Alir diperbaiki - Sumber di perbaiki.		
4.	26/6/22	- Bab 1 dan Bab 2 ok		
5.		- Perbaiki Bab III		
6.		Lanjut Bab IV		
7.	29/6/22	Ace ✓ di seminar.		
8.				
9.				
10.				

Catatan:

1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbahayak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik.....

.....
NIDN.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Aul Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp. 082384929103
Website: www.umsh.ac.id Email: fakultasteknik@umsh.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	Muhammad Anshar
NIM	:	181000222201065
Program Studi	:	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	:	MASRIL S.T.M.T
Pembimbing II	:	IR. ANA SUSANTI YUSMAN, M. ENG
Judul	:	TINJAUAN ULANG Perencanaan Gedung SMP Muhammadiyah Payakumbuh

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	20/12	Tambahan, foto/karya		
2.	6	Mengerai Plat Sempurna,		
3.		Tambahan foto dan		
		analisa septium gump.		
4.		- lengkapi. Puncak literasi		
		pembinaan bagian atas.		
5.		- lengkapi Data		
6.		gambar Rencana.		
7.		Perkusi lebar Kelangkaan.		
8.		Lengkapi gambar		
9.		Dampak, Tulang, Balok,		
10.		Dahul PLAT		
		cek perhitungan & penandaan		

Catatan
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
2. Dapat diperbaharui bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik.....

NIDN.....



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

Alamat: Jl. By Pass Air Kuning No. 1 Bukittinggi, (26131) Telp. (0752) 625737, Hp 082384929103
Website: www.fl.unsmb.ac.id Email: fakultasteknik@unsmb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: Muhammad ANSHAR
NIM	: 181000222201085
Program Studi	: T.SiP.L
Pembimbing I	: MASRIL, S.T.M.T
Pembimbing II	: IR. ANA SUSANTI YUSMAN, M. ENG
Judul	: TINJAUAN ULANG Perencanaan Struktur Gedung SMP Muhammadiyah Payakumbuh

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1	1/9-22	Cele, UH dan VS kelian	[Signature]	
2		Perubahan Dampak Perubahan Dampak Kaca, Besam		
3		Peran Plat Lantai		
4	1/9-22	Selesai Abstrak, Daftar	[Signature]	
5		Isi, Daftar tabel, Daftar gambar, Daftar isitah,		
6		Daftar keamboran, pengisian		
7			[Signature]	1/9-22
8		Acc untuk Seminar di pertamu		
9		Hasil Salelah Seminar di pertamu Cele Play card		
10				

Catatan:
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar
2. Dapat dipertahankan bila diperlukan

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik

NIDN



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

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

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Nama : **Muhammad Anshar**
NIM : 181000222201085
Judul Skripsi : Tinjauan Ulang Perencanaan Struktur Gedung SMP Muhammadiyah
Kota Payakumbuh

Catatan Perbaikan :

Cek Penulisan ✓
masukkan judul jurnal ✓
Dasar / Basis ✓
** Donah, pembesihan dan Lantai ✓*
** Portnik, Daftar Pustaka ✓*
** portnik gambar say ✓*

Ketua Penguji,

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

ACC
Ustare Siaming Saqin
12/8-22
[Signature]



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 Email: fakultasteknik@umsb.ac.id

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	: MUHAMMAD ANSHAR
NIM	: 181000222201085
Program Studi	: TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	: MASRIL,S.T.,M.T
Pembimbing II	: IR. ANA SUSANTI YUSMAN, M.ENG
Judul	: TINJAUAN ULANG STRUKTURGEDUNG SMP MUHAMMADIYAH KOTA PAYAKUMBUH

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	16/8-20	<div style="font-size: 2em; font-family: cursive;">ACC</div> <div style="font-size: 1.2em; font-family: cursive;">Sidiq Saifudin</div> <div style="font-size: 1.2em; font-family: cursive;">haryanti Sumaryono</div>		
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

- Catatan :
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
 2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
 Ketua Program Studi Teknik..... ,

.....

NIDN.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

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

KARTU KONSULTASI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa	:	MUHAMMAD ANSHAR
NIM	:	181000222201085
Program Studi	:	TEKNIK SIPIL
Pembimbing I	:	MASRIL,S.T.,M.T
Pembimbing II	:	IR. ANA SUSANTI YUSMAN, M.ENG
Judul	:	TINJAUAN ULANG STRUKTURGEDUNG SMP MUHAMMADIYAH KOTA PAYAKUMBUH

No.	Tanggal Konsultasi	Materi dan Catatan Pembimbing	Paraf Pembimbing I	Paraf Pembimbing II
1.	13/08/22	ace / kompre		
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				

- Catatan :
1. Kartu Konsultasi ini dilampirkan saat pendaftaran seminar.
 2. Dapat diperbanyak bila diperlukan.

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik..... ,

.....

NIDN.



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

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

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Nama : **Muhammad Anshar**
NIM : 181000222201085
Judul Skripsi : Tinjauan Ulang Perencanaan Struktur Gedung SMP Muhammadiyah
Kota Payakumbuh

Catatan Perbaikan :

- Rapikan foto foto
- Rapikan tabel

.....

.....

.....

.....

.....

.....

13/8/22
Att Kompri
TA

Penguji,

Elfania Bastian, S.T., M.T.
NIDN. 1018118901



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA BARAT

FAKULTAS TEKNIK

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

REVISI SEMINAR HASIL SKRIPSI

Tanggal Ujian: 31 Juli 2022

Nama : **Muhammad Anshar**
NIM : 181000222201085
Judul Skripsi : Tinjauan Ulang Perencanaan Struktur Gedung SMP Muhammadiyah
Kota Payakumbuh

Catatan Perbaikan : *Jelaskan pembebanan yang dan posisi beban.*
Perbaiki hubungan Pondasi
Perbaiki bahan ke pondasi

Acc Jilid

Acc kompre

Penguji,

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

NIDN. 1002049201